



(10) **DE 11 2020 006 975 T5** 2023.01.05

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/192141**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 006 975.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/013662**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.03.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.09.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **05.01.2023**

(51) Int Cl.: **H02H 7/12 (2006.01)**
H02M 1/00 (2007.01)
H02M 1/10 (2006.01)
H02M 1/32 (2007.01)
B60L 9/00 (2019.01)

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,
70173 Stuttgart, DE**

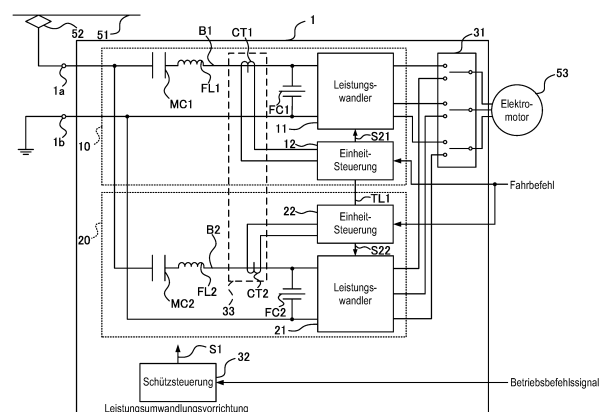
(72) Erfinder:
**Shioura, Kentaro, Tokyo, JP; Yamamoto, Takeshi,
Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Leistungsumwandlungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Leistungsumwandlungsvorrichtung (1) umfasst Leistungsumwandlungseinheiten (10, 20), die mit einer gemeinsamen Leistungsquelle verbunden sind. Die Leistungsumwandlungseinheiten (10, 20) umfassen jeweils ein Schütz (MC1, MC2), einen Leistungswandler (11, 21) und eine Einheit-Steuerung (12, 22). Eine Schutzsteuerung (32) schließt oder öffnet das Schütz (MC1, MC2). Ein Sensor (33) misst einen Wert von mindestens einem von Eingangsstrom oder Ausgangsstrom des Leistungswandlers (11, 21). Die Einheit-Steuerung (12, 22) ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheiten (10, 20) basierend auf dem gemessenen Wert des Sensors (33) und sendet ein Ermittlungsergebnis an eine andere Einheit-Steuerung (12, 22).



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Leistungsumwandlungsvorrichtung.

Allgemeiner Stand der Technik

[0002] Einige elektrische Schienenfahrzeuge sind mit einer Leistungsumwandlungsvorrichtung ausgestattet, die von einem Umspannwerk über Oberleitungen gelieferte elektrische Leistung in gewünschte elektrische Gleichstromleistung (DC) oder elektrische Wechselstromleistung (AC) umwandelt und eine Last mit der elektrischen Gleichstromleistung oder der elektrischen Wechselstromleistung versorgt. Ein Beispiel für diese Art von Leistungsumwandlungsvorrichtung ist in Patentliteratur 1 offenbart. Diese Leistungsumwandlungsvorrichtung umfasst zwei Leistungswandler und zwei Filterkondensatoren. Jeder der Leistungswandler wandelt elektrische Gleichstromleistung, die über einen Primäranschluss von einer Leistungsquelle geliefert wird, in elektrische Wechselstromleistung um und versorgt eine Last, die mit einem Sekundäranschluss verbunden ist, mit der elektrischen Wechselstromleistung. Jeder der Filterkondensatoren ist mit dem Primäranschluss des entsprechenden Leistungswandlers verbunden und wird mit elektrischer Leistung, die von der Leistungsquelle geliefert wird, aufgeladen. Diese Leistungsumwandlungsvorrichtung umfasst auch ein Schütz, das die beiden Leistungswandler elektrisch mit der Leistungsquelle verbindet oder die beiden Leistungswandler von der Leistungsquelle trennt.

Zitatsliste

Patentliteratur

[0003] Patentliteratur 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung Veröffentlichtungsnummer 2017-221058

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0004] Die Leistungswandler der in Patentliteratur 1 offenbarten Leistungsumwandlungsvorrichtung sind mit Redundanz ausgestattet. Insbesondere ist einer der Leistungswandler als ein Betriebssystem-Leistungswandler und der andere Leistungswandler als Standby-System-Leistungswandler eingestellt. Genauer gesagt, steuert die Leistungsumwandlungsvorrichtung Schaltelemente des Betriebssystem-Leistungswandlers, um den Betriebssystem-Leistungswandler zu betreiben, die elektrische Gleichstromleistung in die elektrische Wechsel-

stromleistung umzuwandeln. In einem Fall, in dem der Betriebssystem-Leistungswandler ausfällt, ermöglicht ein Betrieb des Standby-System-Leistungswandlers eine Fortsetzung der Leistungsumwandlungsverarbeitung durch die Leistungsumwandlungsvorrichtung.

[0005] Die Leistungswandler dieser Leistungsumwandlungsvorrichtung sind jedoch redundant, während nur ein einziges Schütz vorgesehen ist. Daher führt ein Defekt des Schützes dazu, dass die Leistungsumwandlungsvorrichtung die Leistungsumwandlungsverarbeitung nicht fortsetzen kann. Mit anderen Worten, eine Redundanz dieser Leistungsumwandlungsvorrichtung ist unzureichend.

[0006] In Anbetracht der obigen Umstände ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Leistungsumwandlungsvorrichtung mit hoher Redundanz bereitzustellen.

Lösung des Problems

[0007] Um die oben genannte Aufgabe zu lösen, umfasst eine Leistungsumwandlungsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung eine Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten, eine Schützsteuerung und einen Sensor. Jede der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten umfasst einen Leistungswandler, ein Schütz und eine Einheit-Steuerung. Der Leistungswandler wandelt von einer Leistungsquelle gelieferte elektrische Leistung in elektrische Leistung zur Versorgung einer Last um und versorgt die Last mit der umgewandelten elektrischen Leistung. Das Schütz verbindet den Leistungswandler elektrisch mit der Leistungsquelle oder trennt den Leistungswandler elektrisch von der Leistungsquelle. Die Einheit-Steuerung steuert in dem Leistungswandler enthaltene Schaltelemente. Die Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten sind dazu ausgestaltet, gemeinsam mit der Leistungsquelle verbunden zu sein. Die Schützsteuerung schließt oder öffnet das in jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltene Schütz. Der Sensor misst einen Wert von mindestens einem von Eingangsstrom oder Ausgangsstrom des in jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltenen Leistungswandlers, und gibt den gemessenen Wert des mindestens einen von dem Eingangsstrom oder dem Ausgangsstrom des Leistungswandlers aus. Die Einheit-Steuerungen der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten sind über eine Übertragungsleitung miteinander verbunden. Jede der Einheit-Steuerungen ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit basierend auf dem gemessenen Wert des mindestens einen von dem Eingangsstrom oder dem Ausgangsstrom des Leistungswandlers, der ein Steuerungsziel ist, und ermittelt, ob sich das mit dem Leistungs-

wandler, der das Steuerungsziel ist, verbundene Schütz in einem geschlossenen Zustand oder einem offenen Zustand befindet, und sendet ein Ermittlungsergebnis an eine andere Einheit-Steuerung der Einheit-Steuerungen.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0008] Da die Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung eine Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten umfasst, die jeweils einen Leistungswandler und ein Schütz umfassen und dazu ausgestaltet sind, gemeinsam mit der Leistungsquelle verbunden zu sein, kann die Leistungsumwandlungsvorrichtung mit hoher Redundanz bereitgestellt werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockschaltbild einer Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß Ausführungsform 1;

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht eines Eingangsstromsensors gemäß Ausführungsform 1;

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht des Eingangsstromsensors gemäß Ausführungsform 1;

Fig. 4 ist eine Abfolge-Darstellung zur Veranschaulichung einer Kommunikation zwischen Einheit-Steuerungen gemäß Ausführungsform 1;

Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß Ausführungsform 2;

Fig. 6 ist eine Abfolge-Darstellung zur Veranschaulichung einer Kommunikation zwischen Einheit-Steuerungen gemäß Ausführungsform 2;

Fig. 7 ist ein Blockschaltbild einer Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß Ausführungsform 3;

Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht eines Eingangsstromsensors gemäß Ausführungsform 3;

Fig. 9 ist ein Blockschaltbild einer Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß Ausführungsform 4;

Fig. 10 ist eine perspektivische Ansicht eines Ausgangsstromsensors gemäß Ausführungsform 4;

Fig. 11 ist eine Querschnittsdarstellung des Ausgangsstromsensors gemäß Ausführungsform 4;

Fig. 12 ist ein Blockschaltbild einer Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß Ausführungsform 5; und

Fig. 13 ist eine perspektivische Ansicht eines Ausgangsstromsensors gemäß Ausführungsform 5.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0009] Eine Leistungsumwandlungsvorrichtung gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. In den Zeichnungen werden durchgängig die gleichen Bezugszeichen verwendet, um auf gleiche oder gleichwertige Bauteile hinzuweisen.

Ausführungsform 1

[0010] Eine Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gemäß Ausführungsform 1 wird am Beispiel einer Leistungsumwandlungsvorrichtung beschrieben, die auf einem Fahrzeug montiert werden soll, insbesondere einer Leistungsumwandlungsvorrichtung, die auf einem Gleichstromspeisesystem eines elektrischen Schienenfahrzeugs montiert ist. Die in **Fig. 1** gezeigte Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 wandelt eine von einer Leistungsquelle gelieferte elektrische Gleichstromleistung in elektrische Leistung zur Versorgung einer Last um und versorgt die Last mit der elektrischen Leistung. In Ausführungsform 1 entspricht ein Stromabnehmer 52, der über eine Oberleitung 51 von einem Umspannwerk elektrische Leistung erhält, der Leistungsquelle. Der Stromabnehmer 52 ist zum Beispiel ein Pantografen-Stromabnehmer. Ein Elektromotor 53, der von der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 mit elektrischer Leistung versorgt wird, um das elektrische Schienenfahrzeug zu betreiben und anzutreiben, entspricht der Last. Der Elektromotor 53 ist zum Beispiel ein Drehstrom-Asynchronmotor. Insbesondere wandelt die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 eine von dem Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Gleichstromleistung in elektrische Leistung zur Versorgung des Elektromotors 53 um, zum Beispiel in dreiphasige elektrische Wechselstromleistung, und versorgt den Elektromotor 53 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung.

[0011] Die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 umfasst eine Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20, um Redundanz zu verbessern. Eine der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 ist als Betriebssystem-Einheit und die andere der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 ist als Standby-System-Einheit eingestellt. Die Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 sind gemeinsam mit dem Stromabnehmer 52 verbunden. Die Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 sind über eine später beschriebene Schalteinheit 31 gemeinsam mit dem Elektromotor 53 verbunden.

[0012] Zum Beispiel ist die Leistungsumwandlungseinheit 10 als Betriebssystem-Einheit und die Leistungsumwandlungseinheit 20 als Standby-System-Einheit eingestellt. In diesem Fall wandelt die Leistungsumwandlungseinheit 10 vom Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Gleichstromleistung in dreiphasige elektrische Wechselstromleistung und versorgt den Elektromotor 53 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung. Während die Leistungsumwandlungseinheit 10 eine Leistungsumwandlungsverarbeitung durchführt, führt die Leistungsumwandlungseinheit 20 keine Leistungsumwandlungsverarbeitung durch. Beim Auftreten eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 wird die Leistungsumwandlungseinheit 20 als Betriebssystem-Einheit eingestellt, so dass die Leistungsumwandlungseinheit 20 dann die Leistungsumwandlungsverarbeitung beginnt. Konkret wandelt die Leistungsumwandlungseinheit 20 eine von dem Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Gleichstromleistung in dreiphasige elektrische Wechselstromleistung und versorgt den Elektromotor 53 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung.

[0013] Im Folgenden wird eine Ausgestaltung der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 beschrieben. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 umfasst einen positiven Eingangsanschluss 1a, der mit dem Stromabnehmer 52 verbunden ist, und einen negativen Eingangsanschluss 1b, der mit der Erde verbunden ist. Die Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 werden über den positiven Eingangsanschluss 1a mit elektrischer Gleichstromleistung von dem Stromabnehmer 52 versorgt, wandeln die elektrische Gleichstromleistung in dreiphasige elektrische Wechselstromleistung und versorgen den Elektromotor 53 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung.

[0014] Die Leistungsumwandlungseinheit 10 umfasst einen Leistungswandler 11, der über einen Primäranschluss von dem Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung zur Versorgung des Elektromotors 53 wandelt und den Elektromotor 53 über Sekundäranschlüsse mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung versorgt, ein Schütz MC1, das den Leistungswandler 11 elektrisch mit dem Stromabnehmer 52 verbindet oder den Leistungswandler 11 elektrisch von dem Stromabnehmer 52 trennt, und eine Einheit-Steuerung 12, die im Leistungswandler 11 enthaltene Schaltelemente steuert.

[0015] Vorzugsweise umfasst die Leistungsumwandlungseinheit 10 ferner einen Filterkondensator FC1, der zwischen den Primäranschlüssen des Leistungswandlers 11 geschaltet ist, und eine Filterdrossel FL1, die zusammen mit dem Filterkondensator

FC1 einen Filter zur Reduzierung von Oberwellen bildet.

[0016] Die Leistungsumwandlungseinheit 20 umfasst einen Leistungswandler 21, der die über den Primäranschluss von dem Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung zur Versorgung des Elektromotors 53 wandelt und den Elektromotor 53 über die Sekundäranschlüsse mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung versorgt, ein Schütz MC2, das den Leistungswandler 21 elektrisch mit dem Stromabnehmer 52 verbindet oder den Leistungswandler 21 elektrisch von dem Stromabnehmer 52 trennt, und eine Einheit-Steuerung 22, die im Leistungswandler 21 enthaltene Schaltelemente steuert.

[0017] Vorzugsweise umfasst die Leistungsumwandlungseinheit 20 ferner einen Filterkondensator FC2, der zwischen den Primäranschlüssen des Leistungswandlers 21 geschaltet ist, und eine Filterdrossel FL2, die zusammen mit dem Filterkondensator FC2 einen Filter zur Reduzierung von Oberwellen bildet.

[0018] Die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 umfasst die Schalteinheit 31, die eine der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 elektrisch mit dem Elektromotor 53 verbindet, eine Schützsteuerung 32, die die Schalteinheit 31 steuert, um die in den Leistungsumwandlungseinheiten 10 bzw. 20 enthaltenen Schütze MC1 und MC2 zu schließen oder zu öffnen, und einen Sensor 33, der mindestens einen von Werten eines Eingangsstroms und eines Ausgangsstroms jedes der Leistungswandler 11 und 21 misst und den gemessenen Wert ausgibt. Dabei bezeichnet der Eingangsstrom des Leistungswandlers 11 Strom, der über den Primäranschluss des Leistungswandlers 11 in den Leistungswandler 11 fließt, oder Strom, der über den Primäranschluss des Leistungswandlers 11 aus dem Leistungswandler 11 fließt. In ähnlicher Weise bezeichnet der Eingangsstrom des Leistungswandlers 21 Strom an, der über den Primäranschluss des Leistungswandlers 21 in den Leistungswandler 21 fließt, oder Strom, der über den Primäranschluss des Leistungswandlers 21 aus dem Leistungswandler 21 fließt. Auch der Ausgangsstrom des Leistungswandlers 11 bezeichnet Strom, der über den Sekundäranschluss des Leistungswandlers 11 aus dem Leistungswandler 11 fließt, oder Strom, der über den Sekundäranschluss des Leistungswandlers 11 in den Leistungswandler 11 fließt. In ähnlicher Weise bezeichnet der Ausgangsstrom des Leistungswandlers 21 Strom, der über den Sekundäranschluss des Leistungswandlers 21 aus dem Leistungswandler 21 fließt, oder Strom, der über den Sekundäranschluss des Leistungswandlers 21 in den Leistungswandler 21 fließt.

[0019] In Ausführungsform 1 misst der Sensor 33 einen Wert des Eingangsstroms jedes der Leistungswandler 11 und 21. Insbesondere umfasst der Sensor 33 einen Eingangsstromsensor CT1, der einen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 11 misst, insbesondere einen Wert eines Stroms, der in einer Eingangssammelschiene B1 fließt, die die Filterdrossel FL1 und den Leistungswandler 11 verbindet, und den gemessenen Wert ausgibt. Der Sensor 33 umfasst auch einen Eingangsstromsensor CT2, der einen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 misst, insbesondere einen Wert eines Stroms, der in einer Eingangssammelschiene B2 fließt, die die Filterdrossel FL2 und den Leistungswandler 21 verbindet, und den gemessenen Wert ausgibt.

[0020] Jedes Bauteil der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 wird im Einzelnen beschrieben. Der positive Eingangsanschluss 1a ist mit dem Stromabnehmer 52 verbunden, der die Leistungsquelle ist. Der negative Eingangsanschluss 1b ist z. B. über eine Erdungsbürste, ein Rad und eine Schiene geerdet.

[0021] Jedes Bauteil der Leistungsumwandlungseinheit 10 wird beschrieben. Das Schütz MC1 ist mit einem Ende mit dem positiven Eingangsanschluss 1a und mit dem anderen Ende mit einem Ende der Filterdrossel FL1 verbunden. Das Schütz MC1 ist ein elektromagnetisches Gleichstromschütz und wird von der Schützsteuerung 32 gesteuert. Insbesondere wird das Schütz MC1 durch ein Schütz-Steuersignal S1, das von der Schützsteuerung 32 ausgegeben wird, geschlossen oder geöffnet.

[0022] Wenn die Schützsteuerung 32 das Schütz MC1 schließt, werden das eine Ende und das andere Ende des Schützes MC1 miteinander verbunden. Infolgedessen sind der Leistungswandler 11 und der Filterkondensator FC1 über die Filterdrossel FL1 elektrisch mit dem Stromabnehmer 52 verbunden und werden von dem Stromabnehmer 52 mit elektrischer Leistung versorgt. Wenn die Schützsteuerung 32 das Schütz MC1 öffnet, sind das eine Ende und das andere Ende des Schützes MC1 voneinander isoliert. Infolgedessen sind der Leistungswandler 11 und der Filterkondensator FC1 elektrisch von dem Stromabnehmer 52 getrennt und können nicht von dem Stromabnehmer 52 mit elektrischer Leistung versorgt werden.

[0023] Das eine Ende der Filterdrossel FL1 ist mit dem anderen Ende des Schützes MC1 verbunden, und das andere Ende der Filterdrossel FL1 ist mit einem der Primäranschlüsse des Leistungswandlers 11 und einem Ende des Filterkondensators FC1 verbunden. Der Filterkondensator FC 1 ist zwischen die Primäranschlüsse des Leistungswandlers 11 geschaltet und wird durch die von dem Stromabnehmer

52 gelieferte elektrische Leistung geladen. Insbesondere ist das eine Ende des Filterkondensators FC1 mit einem Verbindungspunkt zwischen dem anderen Ende der Filterdrossel FL1 und dem einem der Primäranschlüsse des Leistungswandlers 11 verbunden. Das andere Ende des Filterkondensators FC1 ist mit einem Verbindungspunkt zwischen dem negativen Eingangsanschluss 1b und dem anderen der Primäranschlüsse des Leistungswandlers 11 verbunden. Die Filterdrossel FL1 und der Filterkondensator FC1 bilden einen Filter, der Oberwellen reduziert.

[0024] Der Leistungswandler 11 wandelt die über den Primäranschluss gelieferte elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung und versorgt den Elektromotor 53 von jedem Sekundäranschluss über die Schalteinheit 31 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung. Der Leistungswandler 11 ist beispielsweise ein Inverter mit variabler Spannung und Frequenz (VVVF). Insbesondere umfasst der Leistungswandler 11 eine Vielzahl von Schaltelementen, die mit hoher Geschwindigkeit schalten können, zum Beispiel bipolare Transistoren mit isoliertem Gate (IGBTs). Wie später beschrieben, wird die Vielzahl von Schaltelementen von der Einheit-Steuerung 12 so gesteuert, dass sie wiederholt ein- und ausgeschaltet werden, so dass der Leistungswandler 11 die elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung wandelt. Dann versorgt der Leistungswandler 11 den Elektromotor 53 über die Schalteinheit 31 mit der dreiphasigen elektrischen Leistung.

[0025] Die Einheit-Steuerung 12 erhält einen Fahrbefehl von einer Hauptsteuerung, die in einem nicht dargestellten Führerstand vorgesehen ist. Der Fahrbefehl umfasst einen Einschaltbefehl, der eine Soll-Beschleunigung des elektrischen Schienenfahrzeugs angibt, einen Bremsbefehl, der eine Soll-Verzögerung des elektrischen Schienenfahrzeugs angibt, und dergleichen. Die Einheit-Steuerung 12 sendet in Übereinstimmung mit dem Fahrbefehl Schaltsteuersignale S21 an die im Leistungswandler 11 enthaltenen Schaltelemente, um die Schaltelemente zu steuern. Die Einheit-Steuerung 12 erhält die elektrische Leistung von einer nicht dargestellten Steuerleistungsquelle und arbeitet.

[0026] Die Einheit-Steuerung 12 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf dem mindestens einen der Werte des Eingangsstroms und des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11, der ein Steuerungsziel ist, und ermittelt, ob sich das dem Leistungswandler 11 zugeordnete Schütz MC1 in einem geschlossenen Zustand oder einem offenen Zustand befindet. In Ausführungsform 1 erfasst die Einheit-Steuerung 12 einen Wert des

Eingangstroms des Leistungswandlers 11 von dem Sensor 33. Insbesondere erfasst die Einheit-Steuerung 12 den gemessenen Wert von dem Eingangstromsensor CT1. Die Einheit-Steuerung 12 erfasst das von der Schützsteuerung 32 ausgegebene Schütz-Steuersignal S1 und ermittelt basierend auf dem Schütz-Steuersignal S1, ob sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder in dem geöffneten Zustand befindet.

[0027] Dann ermittelt die Einheit-Steuerung 12 ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangstromsensors CT1 und ermittelt, ob sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder dem offenen Zustand befindet.

[0028] Insbesondere in einem Fall, in dem sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangstromsensors CT1 einen absoluten Wert hat, der außerhalb eines ersten Strombereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 12, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt. Der erste Strombereich wird in Übereinstimmung mit einem Wert ermittelt, den ein durch die Oberleitung 51 fließender Strom haben kann. Beispielsweise ist ein oberer Grenzwert des ersten Strombereichs das 1,5-fache eines Maximalwerts des Werts, den der durch die Oberleitung 51 fließende Strom haben kann, und ein unterer Grenzwert des ersten Strombereichs ist das 0,5-fache eines Minimalwerts des Werts, den der durch die Oberleitung 51 fließende Strom haben kann. Auch in einem Fall, in dem sich das Schütz MC1 in dem offenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangstromsensors CT1 einen absoluten Wert hat, der außerhalb eines zweiten Strombereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 12, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt. Der zweite Strombereich ist ein ausreichend enger Bereich mit einem unteren Grenzwert von null Ampere.

[0029] Nach Feststellung des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins des Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10, wie oben beschrieben, sendet die Einheit-Steuerung 12 ein Ermittlungsergebnis an eine andere Einheit-Steuerung, d.h. die Einheit-Steuerung 22. Dann sendet die Einheit-Steuerung 12 das Ermittlungsergebnis an die Schützsteuerung 32.

[0030] Nachfolgend wird jedes Bauteil der Leistungsumwandlungseinheit 20 beschrieben. Das Schütz MC2 ist mit einem Ende mit dem positiven Eingangsanschluss 1a und mit dem anderen Ende mit einem Ende der Filterdrossel FL2 verbunden. Das Schütz MC2 ist ein elektromagnetisches Gleichstromschütz und wird von der Schützsteuerung 32

gesteuert. Insbesondere wird das Schütz MC2 durch das Schütz-Steuersignal S1, das von der Schützsteuerung 32 ausgegeben wird, geschlossen oder geöffnet.

[0031] Wenn die Schützsteuerung 32 das Schütz MC2 schließt, werden das eine Ende und das andere Ende des Schützes MC2 miteinander verbunden. Infolgedessen sind der Leistungswandler 21 und der Filterkondensator FC2 über die Filterdrossel FL2 elektrisch mit dem Stromabnehmer 52 verbunden und werden von dem Stromabnehmer 52 mit elektrischer Leistung versorgt. Wenn die Schützsteuerung 32 das Schütz MC2 öffnet, sind das eine und das andere Ende des Schützes MC2 voneinander isoliert. Infolgedessen sind der Leistungswandler 21 und der Filterkondensator FC2 elektrisch von dem Stromabnehmer 52 getrennt und können nicht von dem Stromabnehmer 52 mit elektrischer Leistung versorgt werden.

[0032] Das eine Ende der Filterdrossel FL2 ist mit dem anderen Ende des Schützes MC2 verbunden, und das andere Ende der Filterdrossel FL2 ist mit einem der Primäranschlüsse des Leistungswandlers 21 und einem Ende des Filterkondensators FC2 verbunden. Der Filterkondensator FC2 ist zwischen die Primäranschlüsse des Leistungswandlers 21 geschaltet und wird durch die von dem Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Leistung aufgeladen. Insbesondere ist das eine Ende des Filterkondensators FC2 mit einem Verbindungspunkt zwischen dem anderen Ende der Filterdrossel FL2 und einem der Primäranschlüsse des Leistungswandlers 21 verbunden. Das andere Ende des Filterkondensators FC2 ist mit einem Verbindungspunkt zwischen dem negativen Eingangsanschluss 1b und dem anderen der Primäranschlüsse des Leistungswandlers 21 verbunden. Die Filterdrossel FL2 und der Filterkondensator FC2 bilden einen Filter, der Oberwellen reduziert.

[0033] Der Leistungswandler 21 wandelt die über den Primäranschluss gelieferte elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung und versorgt den Elektromotor 53 von jedem Sekundäranschluss über die Schalteinheit 31 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung. Der Leistungswandler 21 ist beispielsweise ein VVVF-Inverter. Insbesondere umfasst der Leistungswandler 21 eine Vielzahl von Schaltelementen, die mit hoher Geschwindigkeit schalten können, z. B. IGBTs. Wie später beschrieben, wird die Vielzahl von Schaltelementen von der Einheit-Steuerung 22 so gesteuert, dass sie wiederholt ein- und ausgeschaltet werden, wodurch der Leistungswandler 21 die elektrischen Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung wandelt. Dann versorgt der Leistungswandler 21 den

Elektromotor 53 über die Schalteinheit 31 mit der dreiphasigen elektrischen Wechselstromleistung.

[0034] Die Einheit-Steuerung 22 erhält einen Fahrbefehl von einer Hauptsteuerung, die in einem nicht dargestellten Führerstand vorgesehen ist. Die Einheit-Steuerung 22 sendet in Übereinstimmung mit dem Fahrbefehl Schaltsteuersignale S22 an die im Leistungswandler 21 enthaltenen Schaltelemente, um die Schaltelemente zu steuern. Die Einheit-Steuerung 22 erhält die elektrische Leistung von einer nicht dargestellten Steuerleistungsquelle und arbeitet.

[0035] Die Einheit-Steuerung 22 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem mindestens einen der Werte des Eingangsstroms und des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 21, der ein Steuerungsziel ist, und ermittelt, ob sich das dem Leistungswandler 21 zugeordnete Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand oder dem offenen Zustand befindet. In Ausführungsform 1 erfasst die Einheit-Steuerung 22 einen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 von dem Sensor 33. Insbesondere erfasst die Einheit-Steuerung 22 den gemessenen Wert von dem Eingangsstromsensor CT2. Die Einheit-Steuerung 22 erfasst das von der Schützsteuerung 32 ausgegebene Schütz-Steuersignal S1 und ermittelt basierend auf dem Schütz-Steuersignal S1, ob sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand oder in dem geöffneten Zustand befindet.

[0036] Dann ermittelt die Einheit-Steuerung 22 ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 und ermittelt, ob sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet.

[0037] Insbesondere in einem Fall, in dem sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT2 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des ersten Strombereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 22, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 20 auftritt. Auch in einem Fall, in dem sich das Schütz MC2 in dem offenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT2 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des zweiten Strombereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 22, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 20 auftritt.

[0038] Nach Feststellung des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins des Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20, wie oben beschrieben, sendet die Einheit-Steuerung 22 ein Ermittlungsergebnis an

eine andere Einheit-Steuerung, d.h. an die Einheit-Steuerung 12. Dann sendet die Einheit-Steuerung 22 das Ermittlungsergebnis an die Schützsteuerung 32.

[0039] Jeder Primäranschluss der Schalteinheit 31 ist mit seinem entsprechenden Ausgangsanschluss der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 verbunden, insbesondere mit seinem entsprechenden Sekundäranschluss des Leistungswandlers 11 und 21. Jeder Sekundäranschluss der Schalteinheit 31 ist mit dem Elektromotor 53 verbunden. Die Schalteinheit 31 wird von der Schützsteuerung 32 gesteuert, um jeden mit dem Leistungswandler 11 verbundenen Primäranschluss mit seinem entsprechenden Sekundäranschluss elektrisch zu verbinden oder jeden mit dem Leistungswandler 21 verbundenen Primäranschluss mit seinem entsprechenden Sekundäranschluss elektrisch zu verbinden.

[0040] Die Schützsteuerung 32 schließt oder öffnet die Schütze MC1 und MC2. Die Schützsteuerung 32 schaltet die Schalteinheit 31, um eine Verbindung zu einer Betriebssystem- oder Standby-System-Einheit herzustellen. Ein Betriebsbefehlssignal, das einen Befehl zum Starten oder Stoppen der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gibt, wird von einem nicht dargestellten Führerstand an die Schützsteuerung 32 geliefert. Die Schützsteuerung 32 hat zuvor Informationen darüber, welche Leistungsumwandlungseinheit, 10 oder 20, als eine Betriebssystem-Einheit eingestellt ist. Zudem wird, wie oben beschrieben, das Ermittlungsergebnis, das das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 und 20 angibt, von der Einheit-Steuerung 12 bzw. 22 an die Schützsteuerung 32 gesendet.

[0041] Insbesondere, wenn das Betriebsbefehlssignal, das den Befehl für den Start der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gibt, an die Schützsteuerung 32 geliefert wird, während sich beide Schütze MC1 und MC2 in dem offenen Zustand befinden, gibt die Schützsteuerung 32 das Schütz-Steuersignal S1 aus, das das Schließen des Schützes MC1 anweist, um das Schütz MC1 zu schließen. Die Schützsteuerung 32 schaltet dann die Schalteinheit 31 zur Verbindung mit der Betriebssystem-Einheit, d. h. sie verbindet die Sekundäranschlüsse des Leistungswandlers 11 elektrisch mit dem Elektromotor 53. Die Schützsteuerung 32 gibt das Schütz-Steuersignal S1 aus, das einen Befehl zum Öffnen des Schützes MC2 gibt, um das Schütz MC2 offen zu halten. Wenn das Betriebsbefehlssignal, das einen Befehl zum Anhalten der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gibt, geliefert wird, öffnet die Schützsteuerung 32 dann das geschlossene Schütz MC1. Infolgedessen befinden sich die Schütze MC1 und MC2 beide in dem offenen Zustand.

[0042] Die Schützsteuerung 32 öffnet das Schütz MC1 bei Erhalt des Ermittlungsergebnisses von der Einheit-Steuerung 12, das angibt, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 in einem Fall auftritt, in dem das Schütz MC1 geschlossen ist und die Schalteinheit 31 zur Verbindung mit der Betriebssystem-Einheit geschaltet ist. Die Schützsteuerung 32 schaltet dann die Schalteinheit 31 zur Verbindung mit der Standby-System-Einheit, d.h. sie verbindet die Sekundäranschlüsse des Leistungswandlers 21 elektrisch mit dem Elektromotor 53. Dann gibt die Schützsteuerung 32 das Schütz-Steuersignal S1 aus, das einen Befehl für das Schütz MC2 gibt, das Schütz MC2 zu schließen.

[0043] Wie oben beschrieben, umfasst der Sensor 33 den Eingangsstromsensor CT1, der den Wert des in der Eingangssammelschiene B1 fließenden Stroms misst und den gemessenen Wert ausgibt, und den Eingangsstromsensor CT2, der den Wert des in der Eingangssammelschiene B2 fließenden Stroms misst und den gemessenen Wert ausgibt. Der Eingangsstromsensor CT1 arbeitet, indem er von der Einheit-Steuerung 12 mit der elektrischen Leistung versorgt wird und sendet den gemessenen Wert an die Einheit-Steuerung 12. Der Eingangsstromsensor CT2 arbeitet, indem er von der Einheit-Steuerung 22 mit der elektrischen Leistung versorgt wird und sendet den gemessenen Wert an die Einheit-Steuerung 22. Da der Aufbau der Eingangsstromsensoren CT1 und CT2 gleich ist, wird die Beschreibung nur anhand des Eingangsstromsensors CT1 gegeben.

[0044] Der Eingangsstromsensor CT1 ist ein Stromwandler (CT) vom Typ Stromsensor. Insbesondere, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, umfasst der Eingangsstromsensor CT1 ein erstes Gehäuse 41, einen ersten Magnetkern 42 und eine erste Messschaltung 43, die Strom basierend auf einer Änderung eines in dem ersten Magnetkern 42 auftretenden magnetischen Flusses misst.

[0045] Das erste Gehäuse 41 hat eine ringförmige Form mit einem Durchgangsloch 41a in dessen Mitte. Hier umfasst die Ringform eine polygonale Form mit einem Durchgangsloch in der Mitte und ist nicht auf eine kreisförmige Ringform beschränkt. Das erste Gehäuse 41 ist aus einem Isolator, z. B. einem Kunstharz. Der erste Magnetkern 42 hat eine ringförmige Form mit einem Durchgangsloch in dessen Mitte. Wenn Strom in die Eingangssammelschiene B1 fließt, ändert sich der Magnetfluss des ersten Magnetkerns 42. Die erste Messschaltung 43 misst einen Wert eines in der Eingangssammelschiene B1 fließenden Stroms anhand der Änderung des magnetischen Flusses des ersten Magnetkerns 42. Dann sendet die erste Messschaltung 43 ein Signal, das den gemessenen Wert angibt, von einem nicht

dargestellten Ausgangsanschluss an die Einheit-Steuerung 12.

[0046] Der Eingangsstromsensor CT1 mit dem oben beschriebenen Aufbau ist an der Eingangssammelschiene B1, die mit einer Isolierung versehen ist, befestigt, wobei die Eingangssammelschiene B1 durch das Durchgangsloch 41a in der Mitte des ersten Gehäuses 41 eingeführt ist. In ähnlicher Weise ist der Eingangsstromsensor CT2 an der Eingangssammelschiene B2, die mit einer Isolierung versehen ist, befestigt, wobei die Eingangssammelschiene B2 durch das Durchgangsloch 41a in der Mitte des ersten Gehäuses 41 eingeführt ist.

[0047] Als Nächstes wird ein Betrieb der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 mit dem oben beschriebenen Aufbau beschrieben. Zunächst wird als ein Beispiel ein Fall beschrieben, in dem in den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 kein Defekt auftritt. Bei Kontakt des Stromabnehmers 52 mit der Oberleitung 51 nach Betätigung eines Aufwärtsbewegungsschalters zum Bewegen des Stromabnehmers 52 nach oben beim Start des elektrischen Schienenfahrzeugs erhält der Stromabnehmer 52 die elektrische Leistungsversorgung von einem Umspannwerk.

[0048] In Verbindung mit der Betätigung des Aufwärtsbewegungsschalters wird das Betriebsbefehlssignal, das den Befehl zur Inbetriebnahme liefert, an die Schützsteuerung 32 geliefert. Bei Zuführung eines Öffnungs-/Schließbefehlssignals, das den Befehl zur Inbetriebnahme liefert, hält die Schützsteuerung 32 das Schütz MC2 in dem offenen Zustand und gibt das Schütz-Steuersignal S1, das einen Befehl zum Schließen des Schützes MC1 liefert, aus. Infolgedessen wird das Schütz MC1 geschlossen und das Schütz MC2 in dem offenen Zustand gehalten. Dann wird die von dem Stromabnehmer 52 über die Oberleitung 51 von dem Umspannwerk bezogene elektrische Leistung über das Schütz MC1 und die Filterdrossel FL1 dem Filterkondensator FC1 zugeführt, und ein Laden des Filterkondensators FC1 beginnt.

[0049] Bei Betätigungsstart nach Inbetriebnahme des elektrischen Schienenfahrzeugs wird der Fahrbefehl von einem Führerstand aus in die Einheit-Steuerungen 12 und 22 eingegeben. Die Einheit-Steuerungen 12 und 22 erfassen jeweils Spannungswerte an den Anschlüssen der Filterkondensatoren FC1 bzw. FC2 von einem nicht dargestellten Spannungsmesser. Wenn das Schütz MC1 geschlossen und das Schütz MC2 geöffnet ist, wird nur der Filterkondensator FC1 geladen. Wenn der Spannungswert an den Anschlüssen des Filterkondensators FC1 gleich oder größer als ein Schwellenwert ist und der Fahrbefehl einen Einschaltbefehl enthält, d.h. zum Einschaltzeitpunkt des elektrischen Schie-

nenfahrzeugs, wenn der Filterkondensator FC1 geladen ist, steuert die Einheit-Steuerung 12 die Schaltelemente des Leistungswandlers 11, um zu bewirken, dass der Leistungswandler 11 die elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung zum Antrieb des Elektromotors 53 wandelt.

[0050] Insbesondere berechnet die Einheit-Steuerung 12 ein Soll-Drehmoment zum Erreichen einer durch den Einschaltbefehl angegebenen Soll-Beschleunigung. Die Einheit-Steuerung 12 erfasst auch von einem nicht dargestellten Elektromotor-Strommesser einen gemessenen Wert des Stroms, der in dem Elektromotor 53 fließt, und berechnet ein Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus dem erfassten gemessenen Wert. Insbesondere erfasst die Einheit-Steuerung 12 von dem Elektromotor-Strommesser, der Werte des in dem Elektromotor 53 fließenden U-Phasen-, V-Phasen- und W-Phasen-Stroms misst, gemessene Werte eines in dem Elektromotor 53 fließenden Phasenstroms und berechnet das Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus den gemessenen Werten des Phasenstroms. Durch Senden der Schaltsteuersignale S21 an die Schaltelemente des Leistungswandlers 11 steuert die Einheit-Steuerung 12 dann die Schaltelemente, um das Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 nahe an das Soll-Drehmoment heranzuführen.

[0051] Die Einheit-Steuerung 22 hält die Schaltelemente des Leistungswandlers 21 ausgeschaltet, da das Schütz MC2 geöffnet ist und der Filterkondensator FC2 nicht geladen wird.

[0052] In einem Fall, in dem der Fahrbefehl den Bremsbefehl enthält, d.h. zum Bremszeitpunkt des elektrischen Schienenfahrzeugs, arbeitet der Elektromotor 53 als ein elektrischer Generator und liefert die dreiphasige Wechselstromleistung an den Leistungswandler 11. In diesem Fall steuert die Einheit-Steuerung 12 die Schaltelemente des Leistungswandlers 11, um den Leistungswandler 11 zu veranlassen, die dreiphasige Wechselstromleistung in die Gleichstromleistung zu wandeln. Dadurch kann die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 über die Oberleitung 51 ein anderes, in der Nähe befindliches elektrisches Schienenfahrzeug mit elektrischer Leistung versorgen. Infolgedessen wird in dem elektrischen Schienenfahrzeug eine regenerative Bremskraft erzeugt und das elektrische Schienenfahrzeug verzögert.

[0053] Als nächstes wird ein Fall, in dem ein Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt, während die Einheit-Steuerung 12 den Leistungswandler 11 steuert, nachdem das Schütz MC1 geschlossen ist, als ein Beispiel verwendet, um einen Betrieb der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 zum Wechseln

von der Betriebssystem-Einheit zu der Standby-System-Einheit zu beschreiben.

[0054] Zum Beispiel wird als ein Beispiel zum Beschreiben eines Betriebs der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 ein Fall verwendet, in dem ein Eingangsstrom des Leistungswandlers 11 in der Leistungsumwandlungseinheit 10 in einem Fall, in dem der Fahrbefehl den Einschaltbefehl enthält, zu hoch ist. Die Einheit-Steuerung 12 stellt fest, dass ein Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt, da der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT1 zu hoch ist und außerhalb des ersten Strombereichs liegt. Dann schaltet die Einheit-Steuerung 12 die Schaltelemente des Leistungswandlers 11 aus. Die Einheit-Steuerung 12 sendet an die Einheit-Steuerung 22 und die Schützsteuerung 32 das Ermittlungsergebnis, das angibt, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt.

[0055] Wenn die Schützsteuerung 32 von der Einheit-Steuerung 12 das Ermittlungsergebnis erhält, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 in einem Fall auftritt, in dem das Schütz MC1 geschlossen ist, öffnet die Schützsteuerung 32 das Schütz MC1. Dann steuert die Schützsteuerung 32 die Schalteinheit 31, um die Sekundäranschlüsse des Leistungswandlers 21 mit dem Elektromotor 53 elektrisch zu verbinden. Mit anderen Worten schaltet die Schalteinheit 31 zum Verbinden mit dem Standby-System. Dann gibt die Schützsteuerung 32 das Schütz-Steuersignal S1 aus, das eine Anweisung zum Schließen des Schützes MC2 gibt, um das Schütz MC2 zu schließen.

[0056] Beim Schließen des Schützes MC2 wird die von dem Stromabnehmer 52 über die Oberleitung 51 aus dem Umspannwerk bezogene elektrische Leistung über das Schütz MC2 und die Filterdrossel FL2 dem Filterkondensator FC2 zugeführt, und das Laden des Filterkondensators FC2 beginnt.

[0057] Wenn die Einheit-Steuerung 12 das Ermittlungsergebnis erhält, das angibt, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt, erfasst die Einheit-Steuerung 22 den Spannungswert an den Anschlüssen des Filterkondensators FC2 von einem nicht dargestellten Spannungsmesser. Wenn der Spannungswert an den Anschlüssen des Filterkondensators FC2 gleich oder größer als ein Schwellenwert ist, so dass der Fahrbefehl in dem Einschaltbefehl enthalten ist, d.h. zur Stromversorgungszeit des elektrischen Schienenfahrzeugs mit dem geladenen Filterkondensator FC2, steuert die Einheit-Steuerung 22 die Schaltelemente des Leistungswandlers 21, um den Leistungswandler 21 zu veranlassen, die elektrische Gleichstromleistung in die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung zum Antreiben des Elektromotors 53 zu wandeln.

[0058] Insbesondere berechnet die Einheit-Steuerung 22 ein Soll-Drehmoment zum Erreichen einer durch den Einschaltbefehl angegebenen Soll-Beschleunigung. Die Einheit-Steuerung 22 erfasst auch von einem nicht dargestellten Elektromotor-Strommesser einen gemessenen Wert des Stroms, der in dem Elektromotor 53 fließt, und berechnet ein Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus dem erfassten gemessenen Wert. Insbesondere erfasst die Einheit-Steuerung 22 von dem Elektromotor-Strommesser, der die Werte des in dem Elektromotor 53 fließenden U-Phasen-, V-Phasen- und W-Phasen-Stroms misst, gemessene Werte eines in dem Elektromotor 53 fließenden Phasenstroms und berechnet das Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus den gemessenen Werten des Phasenstroms. Durch Senden der Schaltsteuersignale S22 an die Schaltelemente des Leistungswandlers 21 steuert die Einheit-Steuerung 22 dann die Schaltelemente, um das Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 nahe an das Soll-Drehmoment heranzuführen.

[0059] Der Einheit-Steuerung 12 hält die Schaltelemente des Leistungswandlers 11 ausgeschaltet, da das Schütz MC1 geöffnet ist und der Filterkondensator FC1 nicht geladen wird.

[0060] Bei Erhalt des Ermittlungsergebnisses von der Einheit-Steuerung 12, das angibt, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 in einem Fall, in dem der Fahrbefehl den Bremsbefehl enthält, auftritt, d.h. zum Bremszeitpunkt des elektrischen Schienenfahrzeugs, steuert die Einheit-Steuerung 22 die Schaltelemente des Leistungswandlers 21, um den Leistungswandler 21 zu veranlassen, die dreiphasige elektrische Wechselstromleistung in die elektrische Gleichstromleistung umzuwandeln. Ähnlich wie in dem oben beschriebenen Beispiel steuert die Schützsteuerung 32 die Schalteinheit 31, um die Sekundäranschlüsse des Leistungswandlers 21 mit dem Elektromotor 53 elektrisch zu verbinden. Dadurch kann die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 über die Oberleitung 51 ein anderes, in der Nähe befindliches elektrisches Schienenfahrzeug mit elektrischer Leistung versorgen.

[0061] Auf diese Weise ermöglicht ein Betrieb der Leistungsumwandlungseinheit 20 selbst bei dem Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 eine kontinuierliche Versorgung des Elektromotors 53 mit elektrischer Leistung, um das elektrische Schienenfahrzeug anzutreiben, und ein Auftreten einer Bremskraft in dem elektrischen Schienenfahrzeug durch Verbrauch der in dem Elektromotor 53 erzeugten elektrischen Leistung.

[0062] Während des oben beschriebenen Betriebs der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 ermitteln die Einheit-Steuerungen 12 und 22 ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts jeder

der Leistungsumwandlungseinheiten 10 bzw. 20 in einem ermittelten Intervall und senden und empfangen das Ermittlungsergebnis. Das Senden und Empfangen des Ermittlungsberichts, das von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 durchgeführt wird, wird anhand von **Fig. 4** beschrieben.

[0063] Wie oben beschrieben, ermittelt die Einheit-Steuerung 12 das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT1 und ermittelt, ob sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder dem offenen Zustand befindet (Schritt Sq1).

[0064] In ähnlicher Weise ermittelt die Einheit-Steuerung 22 das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 und ermittelt, ob sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand oder dem offenen Zustand befindet (Schritt Sq2).

[0065] Dann sendet die Einheit-Steuerung 12 Textdaten, die das Ermittlungsergebnis in Schritt Sq1 enthalten, über eine Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 22 (Schritt Sq3). Zum Beispiel verwendet die Einheit-Steuerung 12 ein Übertragungssteuerzeichen, um die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis enthalten, in Schritt Sq1 als einen Block an die Einheit-Steuerung 22 zu übertragen.

[0066] Nachdem die Einheit-Steuerung 22 die Textdaten von der Einheit-Steuerung 12 erhalten hat, sendet sie die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis enthalten, in Schritt Sq2 über die Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 12 (Schritt Sq4). Die Einheit-Steuerungen 12 und 22 wiederholen die oben beschriebene Verarbeitung in einem ermittelten Intervall, zum Beispiel in einem konstanten Intervall. Auf diese Weise können die Einheit-Steuerungen 12 und 22 Informationen über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der jeweiligen Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 erfassen.

[0067] Wie oben beschrieben, umfasst die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gemäß Ausführungsform 1 die Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20, von denen eine als eine Betriebssystem-Einheit und die andere als eine Standby-System-Einheit eingestellt ist. Insbesondere ist die Hauptschaltung redundant, da die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 das Schütz MC1, die Filterdrossel FL1, den Filterkondensator FC1 und den Leistungswandler 11 der Leistungsumwandlungseinheit 10 sowie das Schütz MC2, die Filterdrossel FL2, den Filterkondensator FC2 und den Leistungswandler 21 der Leis-

tungsumwandlungseinheit 20 umfasst. Somit weist die Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 eine hohe Redundanz auf.

[0068] Da die Einheit-Steuerungen 12 und 22 über die Übertragungsleitung TL1 miteinander verbunden sind, kann die Anzahl an Drähten geringer sein als in dem Fall, in dem die Einheit-Steuerungen 12 und 22 über feste Verdrahtung miteinander verbunden sind, wodurch Verdrahtungsarbeitskosten reduziert werden.

Ausführungsform 2

[0069] Der Sensor 33 hat eine beliebige Ausgestaltung, die mindestens einen von Werten eines Eingangsstroms und eines Ausgangsstroms jedes der Leistungswandler 11 und 21 messen kann. Eine Leistungsumwandlungsvorrichtung 2 gemäß Ausführungsform 2 wird im Folgenden hauptsächlich im Hinblick auf Unterschiede zu der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gemäß Ausführungsform 1 beschrieben.

[0070] Der Sensor 33, der in der in **Fig. 5** gezeigten Leistungsumwandlungsvorrichtung 2 enthalten ist, umfasst den Eingangsstromsensor CT1, der einen Wert eines Eingangsstroms des Leistungswandlers 11 misst, insbesondere einen Wert des Stroms, der in der Eingangssammelschiene B1 fließt, die die Filterdrossel FL1 mit dem Leistungswandler 11 verbindet. Der Sensor 33 umfasst den Eingangsstromsensor CT2, der einen Wert eines Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 misst, insbesondere einen Wert des Stroms, der in der Eingangssammelschiene B2 fließt, die die Filterdrossel FL2 mit dem Leistungswandler 21 verbindet.

[0071] Die Eingangsstromsensoren CT1 und CT2 sind beide mit der Einheit-Steuerung 12 verbunden und werden von der Einheit-Steuerung 12 mit elektrischer Leistung versorgt und arbeiten. Dann senden die Eingangsstromsensoren CT1 und CT2 die gemessenen Stromwerte an die Einheit-Steuerung 12.

[0072] Die Einheit-Steuerung 12 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10, ähnlich wie in Ausführungsform 1. Die Einheit-Steuerung 12 wandelt den von dem Eingangsstromsensor CT2 erfassten Stromwert analog-digital (A/D) und sendet den gewandelten Wert als Textdaten über die Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 22. Mit anderen Worten, die Einheit-Steuerung 22 erfasst den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 über die Einheit-Steuerung 12.

[0073] Die Einheit-Steuerung 22 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts

der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem von der Einheit-Steuerung 12 erfassten gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2, ähnlich wie in Ausführungsform 1.

[0074] Insbesondere, wie in **Fig. 6** gezeigt, ermittelt die Einheit-Steuerung 12 das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 20 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT1 und ermittelt, ob sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder dem offenen Zustand befindet (Schritt Sq1).

[0075] Die Einheit-Steuerung 12 führt eine A/D-Wandlung des von dem Eingangsstromsensor CT2 erfassten Stromwerts durch. Dann sendet die Einheit-Steuerung 12 über die Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 22 die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis in Schritt Sq1 und den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 enthalten (Schritt Sq5). Beispielsweise verwendet die Einheit-Steuerung 12 ein Übertragungssteuerzeichen, um die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis in Schritt Sq1 und den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 enthalten, an die Einheit-Steuerung 22 zu übertragen, indem sie die Textdaten in eine Vielzahl von Blöcken unterteilt.

[0076] Nachdem Einheit-Steuerung 22 die Textdaten von der Einheit-Steuerung 12 erhalten hat, ermittelt sie ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 und ermittelt, ob sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet (Schritt Sq2).

[0077] Dann sendet die Einheit-Steuerung 22 über die Übertragungsleitung TL1 die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis enthalten, in Schritt Sq2 (Schritt Sq4) an die Einheit-Steuerung 12. Die Einheit-Steuerungen 12 und 22 wiederholen die oben beschriebene Verarbeitung in einem ermittelten Intervall, z.B. in einem konstanten Intervall. Die Einheit-Steuerungen 12 und 22 können dadurch Informationen über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der jeweiligen Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 erfassen. Die Einheit-Steuerung 22 kann auch den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT2 über die Einheit-Steuerung 12 erfassen.

[0078] Wie oben beschrieben, sind in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 2 gemäß Ausführungsform 2 die beiden Eingangsstromsensoren CT1 und CT2 mit der Einheit-Steuerung 12 verbunden. Daher ist es ausreichend, nur die Einheit-Steuerung 12 mit jedem der Eingangsstromsensoren CT1 und CT2 zu verbinden. Mit anderen Worten, es ist nicht erforderlich, die

Einheit-Steuerung 22 mit einer Schnittstelle für den Anschluss des Eingangsstromsensors CT2 zu versehen. Dadurch kann eine einfache Ausgestaltung der Einheit-Steuerung 22 erreicht werden.

Ausführungsform 3

[0079] Die Ausgestaltung des Sensors 33 ist nicht auf die der Beispiele der Ausführungsformen 1 und 2 beschränkt. Der in einer Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 gemäß Ausführungsform 3 enthaltene Sensor 33 umfasst einen Eingangsstromsensor CT3, der von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 gemeinsam genutzt wird. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 wird im Folgenden hauptsächlich im Hinblick auf Unterschiede zu der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 gemäß Ausführungsform 1 beschrieben.

[0080] Der Sensor 33, der in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 gemäß der in **Fig. 7** gezeigten Ausführungsform 3 enthalten ist, umfasst den Eingangsstromsensor CT3, der einen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 11 oder einen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 misst. Der Eingangsstromsensor CT3 misst einen Wert des Stroms, der in der Eingangssammelschiene B1 fließt, die die Filterdrossel FL1 mit dem Leistungswandler 11 verbindet, oder einen Wert des Stroms, der in der Eingangssammelschiene B2 fließt, die die Filterdrossel FL2 mit dem Leistungswandler 21 verbindet. Der Eingangsstromsensor CT3 wird von der Einheit-Steuerung 12 mit elektrischer Leistung versorgt und arbeitet und sendet den gemessenen Wert an die Einheit-Steuerung 12.

[0081] In der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 ist eine der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 als Betriebssystem-Einheit und die andere als Standby-System-Einheit eingestellt. Mit anderen Worten, während eines Betriebs der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 fließt Strom durch eine der beiden Eingangssammelschienen B1 oder B2. So kann der Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 11 oder der Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 durch den Eingangsstromsensor CT3 gemessen werden, der von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 gemeinsam genutzt wird.

[0082] Bei geschlossenem Schütz MC1 misst der Eingangsstromsensor CT3 den Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 11 der Leistungsumwandlungseinheit 10, die das geschlossene Schütz MC1 umfasst. Alternativ dazu misst der Eingangsstromsensor CT3 bei geschlossenem Schütz MC2 den Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 der Leistungsumwandlungseinheit, die das geschlossene Schütz MC2 umfasst.

[0083] Der Aufbau des Eingangsstromsensors CT3 ist der gleiche wie der des Eingangsstromsensors CT1 gemäß Ausführungsform 1, außer dass, wie in **Fig. 8** gezeigt, die Eingangssammelschienen B1 und B2 durch das Durchgangsloch 41a des ersten Gehäuses 41, das in dem Eingangsstromsensor CT3 enthalten ist, eingeführt sind. Der Eingangsstromsensor CT3 mit dem obigen Aufbau ist an mindestens einer der Eingangssammelschienen B1 und B2, die mit einer Isolierung versehen sind, befestigt, wobei die Eingangssammelschienen B1 und B2 durch das Durchgangsloch 41a in der Mitte des ersten Gehäuses 41 eingeführt sind.

[0084] Wenn Strom in eine der Eingangssammelschienen B 1 oder B2 fließt, ändert sich der Magnetfluss des ersten Magnetkerns 42. Ähnlich wie bei Ausführungsform 1 misst die erste Messschaltung 43 einen Wert des Stroms, der in einer der Eingangssammelschienen B 1 oder B2 fließt, basierend auf einer Änderung des magnetischen Flusses des ersten Magnetkerns 42. Dann sendet die erste Messschaltung 43 ein Signal, das einen gemessenen Wert angibt, von einem nicht dargestellten Ausgangsanschluss an die Einheit-Steuerung 12.

[0085] In einem Fall, in dem sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des ersten Strombereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 12, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt.

[0086] Die Einheit-Steuerung 12 A/D-wandelt den von dem Eingangsstromsensor CT3 erfassten Stromwert und sendet den gewandelten Wert als Textdaten über die Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 22. Mit anderen Worten, die Einheit-Steuerung 22 erhält den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 über die Einheit-Steuerung 12. Die Kommunikation zwischen den Einheit-Steuerungen 12 und 22 ist ähnlich zur Kommunikation zwischen den Einheit-Steuerungen 12 und 22 in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 2 gemäß Ausführungsform 2.

[0087] Die Einheit-Steuerung 22 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem von der Einheit-Steuerung 12 erfassten gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3. Insbesondere in einem Fall, in dem sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des ersten Strombereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 22, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 20 auftritt. Der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3, der von der Einheit-Steuerung 22 von

der Einheit-Steuerung 12 bei geschlossenem Schütz MC2 erfasst wird, kann als ein Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 angesehen werden.

[0088] Wie oben beschrieben, umfasst der in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 gemäß Ausführungsform 3 enthaltene Sensor 33 den Eingangstromsensor CT3, der von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 gemeinsam genutzt wird. Im Vergleich zu dem Fall einer Bereitstellung der Eingangstromsensoren CT1 und CT2, die jeweils der Leistungsumwandlungseinheit 10 und 20 entsprechen, wie in den Ausführungsformen 1 und 2, ist die Ausgestaltung des in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 gemäß Ausführungsform 3 enthaltenen Sensors 33 einfach.

Ausführungsform 4

[0089] Der Sensor 33 kann einen Wert eines Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11 oder des Leistungswandlers 21 messen. Der in einer Leistungsumwandlungsvorrichtung 4 gemäß Ausführungsform 4 enthaltene Sensor 33 misst Werte des Eingangstroms und des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11 oder Werte des Eingangstroms und des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 21. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung 4 wird im Folgenden hauptsächlich im Hinblick auf Unterschiede zu Ausführungsform 3 beschrieben.

[0090] Wie in **Fig. 9** gezeigt, sind die Sekundäranschlüsse der in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 4 gemäß Ausführungsform 4 enthaltenen Schalteinheit 31 mit dem Elektromotor 53 durch Ausgangssammelschienen B3, B4 und B5 verbunden, die der U-Phase, der V-Phase bzw. der W-Phase entsprechen. Mit anderen Worten, ein in den Ausgangssammelschienen B3, B4 und B5 fließender Strom ist ein U-Phasen-, V-Phasen- bzw. W-Phasen-Strom.

[0091] Der in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 4 enthaltene Sensor 33 umfasst Ausgangstromsensoren CT4, CT5 und CT6, die Werte eines Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11 oder des Leistungswandlers 21 messen und die gemessenen Werte ausgeben, zusätzlich zu der Ausgestaltung des in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 gemäß Ausführungsform 3 enthaltenen Sensors 33.

[0092] Insbesondere misst der Ausgangstromsensor CT4 einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B3, die die Schalteinheit 31 mit dem Elektromotor 53 verbindet, fließt, und gibt den gemessenen Wert aus. Der Ausgangstromsensor CT5 misst einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B4, die die Schalteinheit 31 mit dem Elektromotor 53 verbindet, fließt, und gibt den gemessenen Wert aus. Der Ausgangsstrom-

sensor CT6 misst einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B5, die die Schalteinheit 31 mit dem Elektromotor 53 verbindet, fließt, und gibt den gemessenen Wert aus.

[0093] Die Ausgangstromsensoren CT4, CT5 und CT6 arbeiten, indem sie von der Einheit-Steuerung 12 mit Leistung versorgt werden und senden die gemessenen Werte an die Einheit-Steuerung 12. Da der Aufbau der Ausgangstromsensoren CT4, CT5 und CT6 gleich ist, wird eine Beschreibung nur anhand des Ausgangstromsensors CT4 gegeben.

[0094] Der Ausgangstromsensor CT4 ist ein Stromsensor vom CT-Typ. Wie in den **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigt, umfasst der Ausgangstromsensor CT4 ein zweites Gehäuse 44, einen zweiten Magnetkern 45 und eine zweite Messschaltung 46, die einen Strom basierend auf einer Änderung des magnetischen Flusses in dem zweiten Magnetkern 45 misst.

[0095] Das zweite Gehäuse 44 hat eine ringförmige Form mit einem Durchgangsloch 44a in dessen Mitte. Hier umfasst die Ringform eine polygonale Form mit einem Durchgangsloch in der Mitte und ist nicht auf eine kreisförmige Ringform beschränkt. Das zweite Gehäuse 44 ist aus einem Isolator, z. B. einem Kunstharz. Der zweite Magnetkern 45 hat eine ringförmige Form mit einem Durchgangsloch in dessen Mitte. Wenn Strom in die Ausgangssammelschiene B3 fließt, ändert sich der Magnetfluss des zweiten Magnetkerns 45. Die zweite Messschaltung 46 misst einen Wert eines in der Ausgangssammelschiene B3 fließenden Stroms anhand der Änderung des magnetischen Flusses des zweiten Magnetkerns 45. Dann sendet die zweite Messschaltung 46 ein Signal, das den gemessenen Wert angibt, von einem nicht dargestellten Ausgangsanschluss des Ausgangstromsensors CT4 an die Einheit-Steuerung 12.

[0096] Der Ausgangstromsensor CT4 mit dem oben beschriebenen Aufbau ist an der Ausgangssammelschiene B3, die mit einer Isolierung versehen ist, befestigt, wobei die Ausgangssammelschiene B3 durch das Durchgangsloch 44a in der Mitte des zweiten Gehäuses 44 eingeführt ist. In ähnlicher Weise ist der Ausgangstromsensor CT5 an der Ausgangssammelschiene B4, die mit einer Isolierung versehen ist, befestigt, wobei die Ausgangssammelschiene B4 durch das Durchgangsloch 44a in der Mitte des zweiten Gehäuses 44 eingeführt ist. In ähnlicher Weise ist der Ausgangstromsensor CT6 an der Ausgangssammelschiene B5, die mit einer Isolierung versehen ist, befestigt, wobei die Ausgangssammelschiene B5 durch das Durchgangsloch 44a in der Mitte des zweiten Gehäuses 44 eingeführt ist.

[0097] Die Einheit-Steuerung 12 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts

der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf den Werten des Eingangsstroms und des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11, der ein Steuerungsziel ist, und ermittelt, ob sich das dem Leistungswandler 11 zugeordnete Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet. Insbesondere wird ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und den gemessenen Werten der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 sowie der Tatsache ermittelt, ob sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder dem offenen Zustand befindet.

[0098] Insbesondere in einem Fall, in dem bei geschlossenem Schütz MC1 der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3 einen absoluten Wert hat, der außerhalb eines ersten Strombereichs ist, oder mindestens eine der Amplituden der von den Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 erfassten gemessenen Werte außerhalb eines ersten Amplitudenbereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 12, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt. Der erste Amplitudenbereich wird in Übereinstimmung mit einem Wert ermittelt, den die Amplitude jedes Phasenstroms des U-Phasen-, V-Phasen- und W-Phasen-Stroms, der von dem Leistungswandler 11 oder dem Leistungswandler 21 ausgegeben wird, haben kann. Beispielsweise ist ein oberer Grenzwert des ersten Amplitudenbereichs das 1,5-fache eines Maximalwerts des Werts, den die Amplitude jedes Phasenstroms des U-Phasen-, V-Phasen- und W-Phasen-Stroms haben kann, und ein unterer Grenzwert des ersten Strombereichs ist das 0,5-fache eines Minimalwerts des Werts, den die Amplitude jedes Phasenstroms des U-Phasen-, V-Phasen- und W-Phasen-Stroms haben kann.

[0099] Die Einheit-Steuerung 12 führt eine A/D-Wandlung der von den Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 erfassten gemessenen Werte durch. Die Einheit-Steuerung 12 sendet über die Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 22 die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis in Schritt Sq1, den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und die gemessenen Werte der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 enthalten, ähnlich der in **Fig. 6** gezeigten Verarbeitung. Mit anderen Worten, die Einheit-Steuerung 22 erfasst über die Einheit-Steuerung 12 den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und die gemessenen Werte der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6.

[0100] Die Einheit-Steuerung 22 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem von der Einheit-Steuerung 12 erfassten gemessenen

senen Werts des Eingangsstromsensors CT3 und dem von der Einheit-Steuerung 12 erfassten gemessenen Werte der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6. Insbesondere in einem Fall, in dem sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des ersten Strombereichs ist, oder mindestens eine der Amplituden der gemessenen Werte der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 außerhalb des ersten Amplitudenbereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 22, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 20 auftritt.

[0101] Die Einheit-Steuerung 12 berechnet ein Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus den gemessenen Werten der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 zum Einschaltzeitpunkt des elektrischen Schienenfahrzeugs mit dem geladenen Filterkondensator FC1. In ähnlicher Weise berechnet die Einheit-Steuerung 22 ein Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus den gemessenen Werten der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6, die von der Einheit-Steuerung 12 zum Einschaltzeitpunkt des elektrischen Schienenfahrzeugs mit dem geladenen Filterkondensator FC2 erfasst werden.

[0102] Wie oben beschrieben, bestimmen in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 4 gemäß Ausführungsform 4 die Einheit-Steuerungen 12 und 22 das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheiten 10 bzw. 20 basierend auf dem gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und den gemessenen Werten der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6. Somit kann die Leistungsumwandlungsvorrichtung 4 das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 mit höherer Genauigkeit als die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 3 bestimmen.

[0103] Die Einheit-Steuerung 22 erfasst den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und die gemessenen Werte der Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 von der Einheit-Steuerung 12. Daher reicht es aus, nur die Einheit-Steuerung 12 mit dem Eingangsstromsensor CT3 und den Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 zu verbinden. Mit anderen Worten ist es nicht erforderlich, die Einheit-Steuerung 22 mit einer Schnittstelle für den Anschluss an den Eingangsstromsensor CT3 und die Ausgangsstromsensoren CT4, CT5 und CT6 zu versehen. Dadurch kann eine einfache Ausgestaltung der Einheit-Steuerung 22 erreicht werden.

Ausführungsform 5

[0104] Eine Ausgestaltung des Sensors 33, der einen Wert eines Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11 oder des Leistungswandlers 21 misst,

ist nicht auf das Beispiel von Ausführungsform 4 beschränkt. Der in einer Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 gemäß Ausführungsform 5 enthaltene Sensor 33 umfasst die Ausgangsstromsensoren CT7, CT8 und CT9, die von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 gemeinsam genutzt werden. Die Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 wird im Folgenden hauptsächlich im Hinblick auf Unterschiede zu der Ausführungsform 4 beschrieben.

[0105] Wie in **Fig. 12** gezeigt, sind die Sekundäranschlüsse, die den jeweiligen U-Phasen der Leistungswandler 11 und 21 entsprechen, die in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 gemäß Ausführungsform 5 enthalten sind, über Ausgangssammelschienen B6 und B7 mit der Schalteinheit 31 verbunden. Die Sekundäranschlüsse, die den jeweiligen V-Phasen der Leistungswandler 11 und 21 entsprechen, sind über die Ausgangssammelschienen B8 und B9 mit der Schalteinheit 31 verbunden. Die Sekundäranschlüsse, die den jeweiligen W-Phasen der Leistungswandler 11 und 21 entsprechen, sind über die Ausgangssammelschienen B10 und B11 mit der Schalteinheit 31 verbunden.

[0106] Der in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 enthaltene Sensor 33 umfasst die Ausgangsstromsensoren CT7, CT8 und CT9, die Werte eines Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11 oder des Leistungswandlers 21 messen und den gemessenen Wert ausgeben, zusätzlich zu der Ausgestaltung des in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 3 gemäß Ausführungsform 3 enthaltenen Sensors 33.

[0107] Insbesondere misst der Ausgangsstromsensor CT7 einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B6 fließt, die den Leistungswandler 11 mit der Schalteinheit 31 verbindet, oder einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B7 fließt, die den Leistungswandler 21 mit der Schalteinheit 31 verbindet, und gibt den gemessenen Wert aus. Der Ausgangsstromsensor CT8 misst einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B8 fließt, die den Leistungswandler 11 mit der Schalteinheit 31 verbindet, oder einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B9 fließt, die den Leistungswandler 21 mit der Schalteinheit 31 verbindet, und gibt den gemessenen Wert aus. Der Ausgangsstromsensor CT9 misst einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B10 fließt, die den Leistungswandler 11 mit der Schalteinheit 31 verbindet, oder einen Wert eines Stroms, der in der Ausgangssammelschiene B11 fließt, die den Leistungswandler 21 mit der Schalteinheit 31 verbindet, und gibt den gemessenen Wert aus.

[0108] Die Ausgangsstromsensoren CT7, CT8 und CT9 arbeiten, indem sie von der Einheit-Steuerung 12 mit elektrischer Leistung versorgt werden und

senden die gemessenen Werte an die Einheit-Steuerung 12.

[0109] In der Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 ist eine der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 als Betriebssystem-Einheit und die andere als Standby-System-Einheit eingestellt. Mit anderen Worten, während eines Betriebs der Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 fließt Strom entweder in den Ausgangssammelschienen B6, B8 und B10 oder in den Ausgangssammelschienen B7, B9 und B11. So kann der Wert des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11 oder der Wert des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 21 durch die Ausgangsstromsensoren CT7, CT8 und CT9 gemessen werden, die von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 gemeinsam genutzt werden.

[0110] Bei geschlossenem Schütz MC1 misst der Ausgangsstromsensor CT7 einen Wert eines U-Phasenstroms, der von dem Leistungswandler 11 der Leistungsumwandlungseinheit 10, die das geschlossene Schütz MC1 umfasst, ausgegeben wird. Alternativ dazu misst der Ausgangsstromsensor CT7 bei geschlossenem Schütz MC2 einen Wert eines U-Phasenstroms, der von dem Leistungswandler 21 der Leistungsumwandlungseinheit 20, die das geschlossene Schütz MC2 umfasst, ausgegeben wird.

[0111] Bei geschlossenem Schütz MC1 misst der Ausgangsstromsensor CT8 einen Wert eines V-Phasenstroms, der von dem Leistungswandler 11 der Leistungsumwandlungseinheit 10, die das geschlossene Schütz MC1 umfasst, ausgegeben wird. Alternativ dazu misst der Ausgangsstromsensor CT8 bei geschlossenem Schütz MC2 einen Wert eines V-Phasenstroms, der von dem Leistungswandler 21 der Leistungsumwandlungseinheit 20, die das geschlossene Schütz MC2 umfasst, ausgegeben wird.

[0112] Bei geschlossenem Schütz MC1 misst der Ausgangsstromsensor CT9 einen Wert eines W-Phasenstroms, der von dem Leistungswandler 11 der Leistungsumwandlungseinheit 10, die das geschlossene Schütz MC1 umfasst, ausgegeben wird. Alternativ dazu misst der Ausgangsstromsensor CT9 bei geschlossenem Schütz MC2 einen Wert eines W-Phasenstroms, der von dem Leistungswandler 21 der Leistungsumwandlungseinheit 20, die das geschlossene Schütz MC2 umfasst, ausgegeben wird.

[0113] Da der Aufbau der Ausgangsstromsensoren CT7, CT8 und CT9 gleich ist, wird nur die Beschreibung des Ausgangsstromsensors CT7 gegeben. Der Aufbau des Ausgangsstromsensors CT7 ist der gleiche wie der des Ausgangsstromsensors CT4 gemäß Ausführungsform 4, außer dass, wie in **Fig. 13**

gezeigt, die Ausgangssammelschienen B6 und B7 in das Durchgangsloch 44a des zweiten Gehäuses 44, das in dem Ausgangsströmsensor CT7 enthalten ist, eingesetzt sind.

[0114] Wenn Strom in eine der Ausgangssammelschienen B6 oder B7 fließt, ändert sich der Magnetfluss des zweiten Magnetkerns 45. Ähnlich wie bei Ausführungsform 4 misst die zweite Messschaltung 46 einen Wert des Stroms, der in einer der Ausgangssammelschienen B6 oder B7 fließt, basierend auf einer Änderung des magnetischen Flusses des zweiten Magnetkerns 45. Dann sendet die zweite Messschaltung 46 ein Signal, das einen gemessenen Wert angibt, von einem nicht dargestellten Ausgangsanschluss an die Einheit-Steuerung 12.

[0115] Der Ausgangsströmsensor CT7 mit dem obigen Aufbau ist an mindestens einer der Ausgangssammelschienen B6 und B7, die mit einer Isolierung versehen sind, befestigt, wobei die Ausgangssammelschienen B6 und B7 durch das Durchgangsloch 44a in der Mitte des zweiten Gehäuses 44 eingeführt sind. In ähnlicher Weise ist der Ausgangsströmsensor CT8 an mindestens einer der Ausgangssammelschienen B8 und B9, die mit einer Isolierung versehen sind, befestigt, wobei die Ausgangssammelschienen B8 und B9 durch das Durchgangsloch 44a in der Mitte des zweiten Gehäuses 44 eingeführt sind. In ähnlicher Weise ist der Ausgangsströmsensor CT9 an mindestens einer der Ausgangssammelschienen B10 und B11, die mit einer Isolierung versehen sind, befestigt, wobei die Ausgangssammelschienen B10 und B11 durch das Durchgangsloch 44a in der Mitte des zweiten Gehäuses 44 eingeführt sind.

[0116] Die Einheit-Steuerung 12 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf den Werten des Eingangsstroms und des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 11, der ein Steuerungsziel ist, und ermittelt, ob sich das dem Leistungswandler 11 zugeordnete Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet. Insbesondere wird das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 10 basierend auf den gemessenen Werten des Eingangsstromsensors CT3 und den gemessenen Werten der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9 sowie der Tatsache ermittelt, ob sich das Schütz MC1 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet.

[0117] Insbesondere in einem Fall, in dem bei geschlossenem Schütz MC1 der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des ersten Strombereichs ist, oder mindestens eine der Amplituden der von

den Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9 erfassten gemessenen Werte außerhalb des ersten Amplitudenbereichs liegt, ermittelt die Einheit-Steuerung 12, dass ein Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 10 auftritt.

[0118] Die Einheit-Steuerung 12 führt eine A/D-Wandlung der von den Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9 erfassten gemessenen Werte durch. Die Einheit-Steuerung 12 sendet über die Übertragungsleitung TL1 an die Einheit-Steuerung 22 die Textdaten, die das Ermittlungsergebnis in Schritt Sq1, den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und die gemessenen Werte der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9 enthalten, ähnlich der in **Fig. 6** gezeigten Verarbeitung. Mit anderen Worten, die Einheit-Steuerung 22 erfasst über die Einheit-Steuerung 12 den gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und die gemessenen Werte der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9.

[0119] Die Einheit-Steuerung 22 ermittelt ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit 20 basierend auf dem von der Einheit-Steuerung 12 erfassten gemessenen Wert des Eingangsstromsensors CT3 und den von der Einheit-Steuerung 12 erfassten gemessenen Werten der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9. Insbesondere in einem Fall, in dem sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand befindet und der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3 einen absoluten Wert hat, der außerhalb des ersten Strombereichs ist, oder mindestens eine der Amplituden der gemessenen Werte der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9 außerhalb des ersten Amplitudenbereichs ist, ermittelt die Einheit-Steuerung 22, dass der Defekt der Leistungsumwandlungseinheit 20 auftritt. Der gemessene Wert des Eingangsstromsensors CT3, der von der Einheit-Steuerung 22 von der Einheit-Steuerung 12 mit dem geschlossenen Schütz MC2 erfasst wird, kann als ein Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers 21 angesehen werden. Die gemessenen Werte der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9, die von der Einheit-Steuerung 22 von der Einheit-Steuerung 12 mit dem geschlossenen Schütz MC2 erfasst werden, können als Werte des Ausgangsstroms des Leistungswandlers 21 betrachtet werden.

[0120] Die Einheit-Steuerung 12 berechnet ein Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus den gemessenen Werten der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9 zum Einschaltzeitpunkt des elektrischen Schienenfahrzeugs mit dem geladenen Filterkondensator FC1. In ähnlicher Weise berechnet die Einheit-Steuerung 22 ein Ist-Drehmoment des Elektromotors 53 aus den gemessenen Werten der Ausgangsströmsensoren CT7, CT8 und CT9, die von der

Einheit-Steuerung 12 zum Einschaltzeitpunkt des elektrischen Schienenfahrzeugs mit dem geladenen Filterkondensator FC2 erfasst werden.

[0121] Wie oben beschrieben, umfasst der in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 gemäß Ausführungsform 5 enthaltene Sensor 33 die Ausgangsstromsensoren CT7, CT8 und CT9, die von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 gemeinsam genutzt werden. Die Ausgestaltung des in der Leistungsumwandlungsvorrichtung 5 gemäß Ausführungsform 5 enthaltenen Sensors 33 ist einfach im Vergleich zu einem Fall, in dem der Stromsensor in jeder der Ausgangssammelschienen B6, B7, B8, B9, B10 und B11 vorgesehen ist.

[0122] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind nicht auf die oben beschriebenen Beispiele beschränkt. Die oben beschriebene Schaltungsausgestaltung ist ein Beispiel. Die Schaltungsausgestaltung der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 kann eine beliebige Schaltung sein, die die von dem Stromabnehmer 52 gelieferte elektrische Leistung in elektrische Leistung zur Versorgung des Elektromotors 53 umwandeln kann.

[0123] Beispielsweise können in der Leistungsumwandlungseinheit 10 ein Ladeschütz und ein Ladewiderstand, die in Reihe geschaltet sind, parallel zu dem Schütz MC1 vorgesehen sein. In ähnlicher Weise können in der Leistungsumwandlungseinheit 20 ein Ladeschütz und ein Ladewiderstand, die in Reihe geschaltet sind, parallel zu dem Schütz MC2 vorgesehen sein.

[0124] In diesem Fall wird durch Schließen des in der Leistungsumwandlungseinheit 10 enthaltenen Ladeschützes bei geöffnetem Schütz MC1 und MC2 beim Start der Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 der Filterkondensator FC1 über den Ladewiderstand mit elektrischer Leistung versorgt. Infolgedessen wird ein Auftreten eines Einschaltstroms beim Laden des Filterkondensators FC1 unterdrückt. In ähnlicher Weise wird in einem Fall, in dem die Leistungsumwandlungseinheit 20 als eine Betriebssystem-Einheit eingestellt ist, durch Schließen des in der Leistungsumwandlungseinheit 20 enthaltenen Ladeschützes bei geöffneten Schützen MC1 und MC2 der Filterkondensator FC2 über den Ladewiderstand mit elektrischer Leistung versorgt. Infolgedessen wird das Auftreten eines Einschaltstroms beim Laden des Filterkondensators FC2 unterdrückt.

[0125] Als weiteres Beispiel kann in der Leistungsumwandlungseinheit 10 das Ladeschütz in Reihe mit dem Schütz MC1 und der Ladewiderstand kann parallel zu dem Ladeschütz vorgesehen sein. In ähnlicher Weise kann in der Leistungsumwandlungsein-

heit 10 das Ladeschütz in Reihe mit dem Schütz MC1 und dem Ladewiderstand vorgesehen sein.

[0126] In diesem Fall wird durch Schließen des Schützes MC1 bei geöffnetem Ladeschütz beim Start der Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 der Filterkondensator FC1 über den Ladewiderstand mit elektrischer Leistung versorgt. Infolgedessen wird das Auftreten eines Einschaltstroms beim Laden des Filterkondensators FC1 unterdrückt. In ähnlicher Weise wird in dem Fall, in dem die Leistungsumwandlungseinheit 20 als Betriebssystem-Einheit eingestellt ist, durch Schließen des Schützes MC2 bei geöffnetem Ladeschütz der Filterkondensator FC2 über den Ladewiderstand mit elektrischer Leistung versorgt. Infolgedessen wird das Auftreten eines Einschaltstroms beim Laden des Filterkondensators FC2 unterdrückt.

[0127] Die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 sind nicht nur auf Leistungsumwandlungsvorrichtungen beschränkt, die den Elektromotor 53 mit elektrischer Leistung versorgen, sondern können jede Leistungsumwandlungsvorrichtung sein, für die Redundanz erforderlich ist. Die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 sind an jedem Fahrzeug, Vorrichtung oder ähnlichem montierbar, das/die die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 mit elektrischer Leistung versorgen kann.

[0128] Beispielsweise sind die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 an einem Wechselstromspeisesystem eines elektrischen Schienenfahrzeugs montierbar. In diesem Fall reicht es aus, einen Transformator mit einem an einen Pantograph-Stromabnehmer angeschlossenen Primäranschluss und einen an die Sekundäranschlüsse des Transformators angeschlossenen Wandler, der elektrische Wechselstromleistung in elektrischen Gleichstromleistung umwandelt, vorzusehen und den Ausgang des Wandlers an die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 zu liefern. Als weiteres Beispiel können die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 auf einem elektrischen Schienenfahrzeug montiert werden, das über eine dritte Schiene mit elektrischer Leistung versorgt wird.

[0129] Die Anzahl der Leistungsumwandlungseinheiten ist nicht auf zwei beschränkt, sondern kann auch drei oder mehr betragen. Zum Beispiel können die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 drei Leistungsumwandlungseinheiten und eine Schalteinheit 31, die mit jeder der drei Leistungsumwandlungseinheiten und dem Elektromotor 53 verbunden ist, umfassen. In diesem Fall schließt die Schützsteuerung 32 bei Zuführung des Betriebsbefehlssignals, das einen Befehl für den Start der Leistungsumwandlungsvorrichtung 1 bereitstellt, das Schütz, das in der Leistungsumwandlungseinheit enthalten ist, die als eine Betriebssystem-Einheit eingestellt ist,

und hält die Schütze, die in den beiden anderen Leistungsumwandlungseinheiten enthalten sind, die als Standby-System-Einheiten eingestellt sind, in dem offenen Zustand. Die Schützsteuerung 32 schaltet die Schalteinheit 31, um eine Verbindung mit der Betriebssystem-Einheit herzustellen.

[0130] Ein Umschalten der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 ist nicht auf das Auftreten eines Defekts beschränkt. Beispielsweise können die zu betreibenden Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 in einem bestimmten Zyklus geschaltet werden. Insbesondere kann die Schützsteuerung 32 die Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 in einem bestimmten Zyklus wiederholt von der Betriebssystem-Einheit auf die Standby-Betriebseinheit oder von der Standby-System-Einheit auf die Betriebssystem-Einheit schalten. Dadurch wird die gleiche Nutzungsdauer der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 aufrechterhalten, wodurch eine Verschlechterung einer der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 unterdrückt wird.

[0131] Es kann frei gewählt werden, welche der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 als eine Betriebssystem-Einheit eingestellt zu verwenden ist. Zum Beispiel kann die Leistungsumwandlungseinheit 20 als Betriebssystem-Einheit eingestellt sein und die Leistungsumwandlungseinheit 10 als Standby-System-Einheit eingestellt sein. In diesem Fall kann die Schützsteuerung 32 bei Zuführung des Betriebsbefehlssignals, das einen Befehl für den Start der Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 bereitstellt, das Schütz MC2 schließen und das Schütz MC1 in dem offenen Zustand halten. Dann kann die Schützsteuerung 32 die Schalteinheit 31 zur Verbindung mit der Betriebssystem-Einheit schalten, d. h. die Sekundäranschlüsse des Leistungswandlers 21 mit dem Elektromotor 53 elektrisch verbinden.

[0132] Jede der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 kann mit einem unabhängigen Elektromotor 53 verbunden werden. In diesem Fall umfassen die Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 die Schalteinheit 31 nicht, und es genügt, die Sekundäranschlüsse jedes der Leistungswandler 11 und 21 mit dem unabhängigen Elektromotor 53 zu verbinden.

[0133] Ein Auslöser zum Starten der Leistungsumwandlungsvorrichtungen 1 bis 5 ist nicht auf das Betriebsbefehlssignal beschränkt. Beispielsweise kann die Schützsteuerung 32 das Schütz MC1 schließen, wenn der Stromabnehmer 52 die Oberleitung 51 berührt. Insbesondere kann die Schützsteuerung 32 einen gemessenen Spannungswert von einem Spannungsmesser erfassen, der eine Spannung an dem positiven Eingangsanschluss 1a und dem negativen Eingangsanschluss 1b misst,

die der Spannung der Oberleitung 51 entspricht, und wenn der Spannungswert gleich oder größer als eine Schwellenspannung ist, kann die Schützsteuerung 32 das Schütz MC1 schließen. Diese Schwellenspannung kann unter Berücksichtigung eines Mindestwerts festgelegt werden, den die Spannung der Oberleitung 51 haben kann.

[0134] Der Leistungswandler 11 oder 21 ist nicht auf einen VVF-Inverter beschränkt. Beispielsweise kann der Leistungswandler 11 oder 21 eine Hilfsleistungsquelle sein, die eine Last wie eine Beleuchtungseinrichtung, eine Klimaanlage oder ähnliches mit elektrischer Leistung versorgt. Der Leistungswandler 11 oder 21 kann auch ein DC-Wandler oder ein AC/DC-Wandler sein.

[0135] Die Eingangsstromsensoren CT1, CT2 und CT3 und die Ausgangsstromsensoren CT4, CT5, CT6, CT7, CT8 und CT9 sind nicht auf einen CT-Sensortyp beschränkt. Als Eingangsstromsensoren CT1, CT2 und CT3 und als Ausgangsstromsensoren CT4, CT5, CT6, CT7, CT8 und CT9 kann jeder beliebige Stromsensortyp verwendet werden, z. B. ein Hall-Element-Typ, ein Rogowski-Spulen-Typ oder ähnliches.

[0136] In den obigen Ausführungsformen ist die Schützsteuerung 32 zwar unabhängig von den Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 vorgesehen, aber jede der Leistungsumwandlungseinheiten 10 und 20 kann die Schützsteuerung 32 umfassen. In diesem Fall steuert die in der Leistungsumwandlungseinheit 10 enthaltene Schützsteuerung 32 das Schütz MC1. In ähnlicher Weise steuert die in der Leistungsumwandlungseinheit 20 enthaltene Schützsteuerung 32 das Schütz MC2.

[0137] Die Einheit-Steuerung 12 kann von dem Schütz MC1 ein Zustandssignal erfassen, das angibt, ob das Schütz MC1 geschlossen oder geöffnet ist. In diesem Fall kann die Einheit-Steuerung 12 basierend auf dem von dem Schütz MC1 erfassten Zustandssignals bestimmen, ob sich das MC1 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet. In ähnlicher Weise kann die Einheit-Steuerung 22 von dem Schütz MC2 ein Zustandssignal erfassen, das angibt, ob das Schütz MC2 geschlossen oder geöffnet ist. In diesem Fall kann die Einheit-Steuerung 22 basierend auf dem von dem Schütz MC2 erfassten Zustandssignals bestimmen, ob sich das Schütz MC2 in dem geschlossenen Zustand oder in dem offenen Zustand befindet.

[0138] Der Elektromotor 53 ist nicht auf einen Drehstrom-Induktionsmotor beschränkt, sondern kann auch ein Synchron-Elektromotor, ein Gleichstrom-Elektromotor oder dergleichen sein.

[0139] Das Vorstehende beschreibt einige beispielhafte Ausführungsformen zu Erklärungs Zwecken. Obwohl in der vorangegangenen Erörterung spezifische Ausführungsformen vorgestellt wurden, werden Fachmänner erkennen, dass Änderungen in Form und Detail vorgenommen werden können, ohne vom breiteren Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen. Dementsprechend sind die Beschreibung und die Zeichnungen eher in einem illustrativen als in einem einschränkenden Sinne zu verstehen. Diese ausführliche Beschreibung ist daher nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen, und der Umfang der Erfindung wird nur durch die beigefügten Ansprüche definiert, zusammen mit dem vollen Umfang der Äquivalente, die diese Ansprüche beanspruchen.

Bezugszeichenliste

1, 2, 3, 4, 5	Leistungsumwandlungsvorrichtung
1a	Positiver Eingangsanschluss
1b	Negativer Eingangsanschluss
10, 20	Leistungsumwandlungseinheit
11, 21	Leistungswandler
12, 22	Einheit-Steuerung
31	Schalteinheit
32	Schützsteuerung
33	Sensor
41	Erstes Gehäuse
41a, 44a	Durchgangsloch
42	Erster Magnetkern
43	Erste Messschaltung
44	Zweites Gehäuse
45	Zweiter Magnetkern
46	Zweite Messschaltung
51	Oberleitung
52	Stromabnehmer
53	Elektromotor
B1, B2	Eingangssammelschiene
B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11	Ausgangssammelschiene
CT1, CT2, CT3	Eingangsstromsensor

CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9

FC1, FC2

FL1, FL2

MC1, MC2

S1

S21, S22

TL1

Ausgangsstromsensor

Filterkondensator

Filterdrossel

Schütz

Schütz-Steuersignal

Schaltsteuersignal

Übertragungsleitung

Patentansprüche

1. Leistungsumwandlungsvorrichtung, aufweisend:

eine Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten, die jeweils einen Leistungswandler, der von einer Leistungsquelle gelieferte elektrische Leistung in elektrische Leistung zur Versorgung einer Last umwandelt und die Last mit der umgewandelten elektrischen Leistung versorgt, ein Schütz, das den Leistungswandler elektrisch mit der Leistungsquelle verbindet oder den Leistungswandler elektrisch von der Leistungsquelle trennt, und eine Einheit-Steuerung, die in dem Leistungswandler enthaltene Schaltelemente steuert, aufweisen, wobei die Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten dazu ausgestaltet sind, gemeinsam mit der Leistungsquelle verbunden zu sein;

eine Schützsteuerung zum Schließen oder Öffnen des in jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltenen Schützes; und

einen Sensor zum Messen eines Wertes von mindestens einem von Eingangsstrom oder Ausgangsstrom des in jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltenen

Leistungswandlers, und zum Ausgeben des gemessenen Wertes des mindestens einen von dem Eingangsstrom oder dem Ausgangsstrom des Leistungswandlers, wobei

die Einheit-Steuerungen der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten über eine Übertragungsleitung miteinander verbunden sind, und

jede der Einheit-Steuerungen ein Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Defekts der Leistungsumwandlungseinheit basierend auf dem gemessenen Wert des mindestens einen von dem Eingangsstrom oder dem Ausgangsstrom des Leistungswandlers, der ein Steuerungsziel ist, ermittelt und ermittelt, ob sich das mit dem Leistungswandler, der das Steuerungsziel ist, verbundene Schütz in einem geschlossenen Zustand oder einem offenen Zustand befindet, und ein Ermittlungsergebnis an eine andere Einheit-Steuerung der Einheit-Steuerungen sendet.

2. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei in einem Fall, in dem die Schützsteuerung das in einer der Vielzahl von Leistungs-

umwandlungseinheiten enthaltene Schütz schließt, die Schützsteuerung das in einer anderen Leistungsumwandlungseinheit enthaltene Schütz in dem offenen Zustand hält.

3. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Einheit-Steuerung das Ermittlungsergebnis an die Schützsteuerung sendet, und in einem Fall, in dem das Ermittlungsergebnis, das von der Einheit-Steuerung der Leistungsumwandlungseinheit erhalten wurde, die das geschlossene Schütz enthält, angibt, dass ein Defekt der Leistungsumwandlungseinheit auftritt, öffnet die Schützsteuerung das geschlossene Schütz und schließt das geöffnete Schütz, das in einer der anderen Leistungsumwandlungseinheiten der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthalten ist.

4. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die in mindestens einer der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltene Einheit-Steuerung von dem Sensor den gemessenen Wert des mindestens einen von dem Eingangsstrom oder dem Ausgangsstrom des Leistungswandlers erfasst und den von dem Sensor erfassten gemessenen Wert des mindestens einen von dem Eingangsstrom oder dem Ausgangsstrom des Leistungswandlers an die in der anderen Leistungsumwandlungseinheit enthaltene Einheit-Steuerung sendet.

5. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Sensor einen Eingangsstromsensor umfasst, der von der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten gemeinsam genutzt wird, und der gemeinsame Eingangsstromsensor einen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers, der in der Leistungsumwandlungseinheit mit dem geschlossenen Schütz enthalten ist, misst und den gemessenen Wert des Eingangsstroms des Leistungswandlers ausgibt.

6. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei die in einer der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltene Einheit-Steuerung den gemeinsamen Eingangsstromsensor mit elektrischer Leistung versorgt, den gemessenen Wert des Eingangsstroms von dem gemeinsamen Eingangsstromsensor erfasst und den von dem gemeinsamen Eingangsstromsensor erfassten gemessenen Wert des Eingangsstroms an die in der anderen Leistungsumwandlungseinheit enthaltene Einheit-Steuerung sendet.

7. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, wobei der gemeinsame Eingangsstromsensor einen ersten Magnetkern mit einer ringförmigen Form, eine erste Messschaltung zum Messen eines Wertes

des Eingangsstroms basierend auf einer Änderung eines in dem ersten Magnetkern auftretenden magnetischen Flusses und zum Ausgeben des gemessenen Wertes des Eingangsstroms, und ein erstes Gehäuse zur Aufnahme des ersten Magnetkerns und der ersten Messschaltung aufweist, wobei das erste Gehäuse ein Durchgangsloch in einer Mitte dessen hat, in jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten das Schütz und der Leistungswandler über eine Eingangssammelschiene miteinander verbunden sind, und die Eingangssammelschiene, die das Schütz mit dem Leistungswandler jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten verbindet, in das Durchgangsloch des ersten Gehäuses eingesetzt ist.

8. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten gemeinsam mit der Last verbunden sind.

9. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Sensor einen Ausgangsstromsensor umfasst, der von der Vielzahl der Leistungsumwandlungseinheiten gemeinsam genutzt wird, und der gemeinsame Ausgangsstromsensor einen Wert des Ausgangsstroms des Leistungswandlers, der in der Leistungsumwandlungseinheit mit dem geschlossenen Schütz enthalten ist, misst und den gemessenen Wert des Ausgangsstroms des Leistungswandlers ausgibt.

10. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die in einer der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltene Einheit-Steuerung den gemeinsamen Ausgangsstromsensor mit elektrischer Leistung versorgt, den gemessenen Wert des Ausgangsstroms des Leistungswandlers von dem gemeinsamen Ausgangsstromsensor erfasst und den von dem gemeinsamen Ausgangsstromsensor erfassten gemessenen Wert des Ausgangsstroms des Leistungswandlers an die in der anderen Leistungsumwandlungseinheit enthaltene Einheit-Steuerung sendet.

11. Leistungsumwandlungsvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, wobei der gemeinsame Ausgangsstromsensor einen zweiten Magnetkern mit einer ringförmigen Form, eine zweite Messschaltung zum Messen eines Wertes des Ausgangsstroms basierend auf einer Änderung eines in dem zweiten Magnetkern auftretenden magnetischen Flusses, und ein zweites Gehäuse zur Aufnahme des zweiten Magnetkerns und der zweiten Messschaltung aufweist, wobei das zweite Gehäuse ein Durchgangsloch in einer Mitte dessen hat,

der in jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten enthaltene Leistungswandler und die Last über eine Ausgangssammelschiene miteinander verbunden sind, und
die Ausgangssammelschiene, die den Leistungswandler jeder der Vielzahl von Leistungsumwandlungseinheiten mit der Last verbindet, in das Durchgangsloch des zweiten Gehäuses eingesetzt ist.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

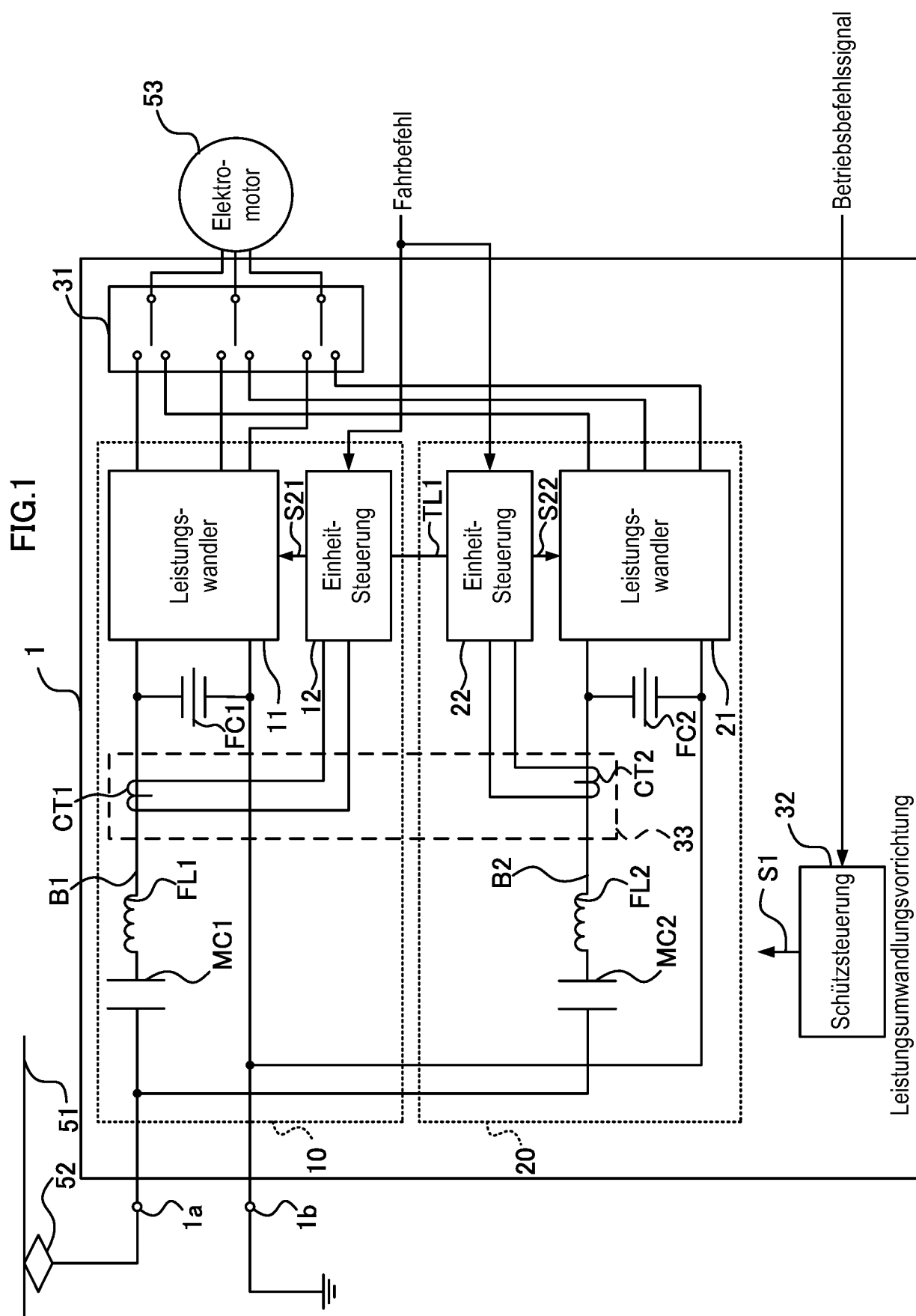


FIG.2

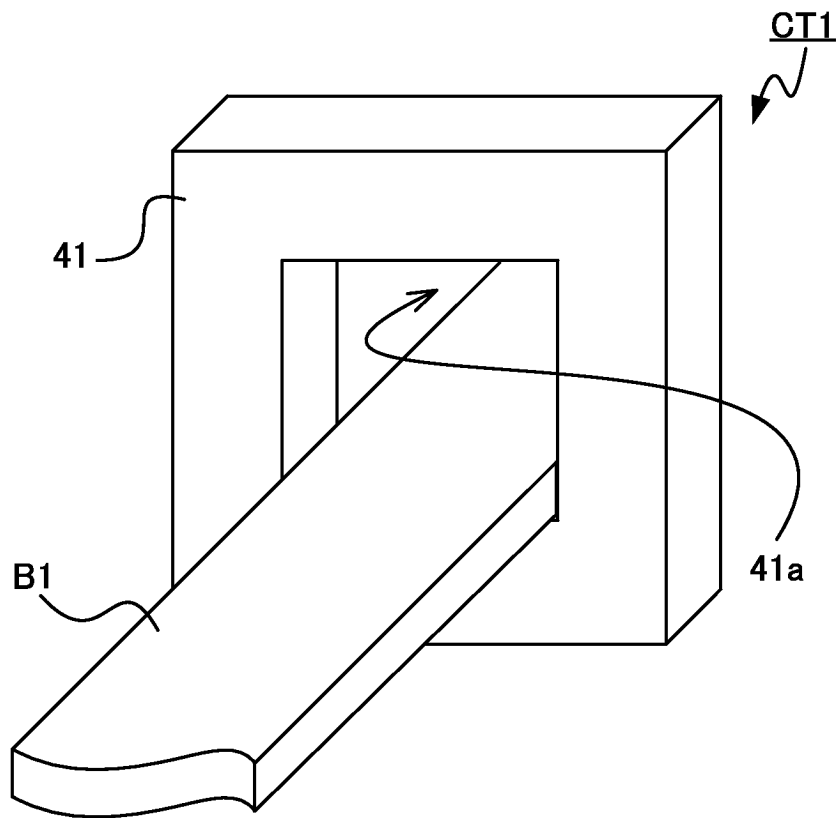


FIG.3

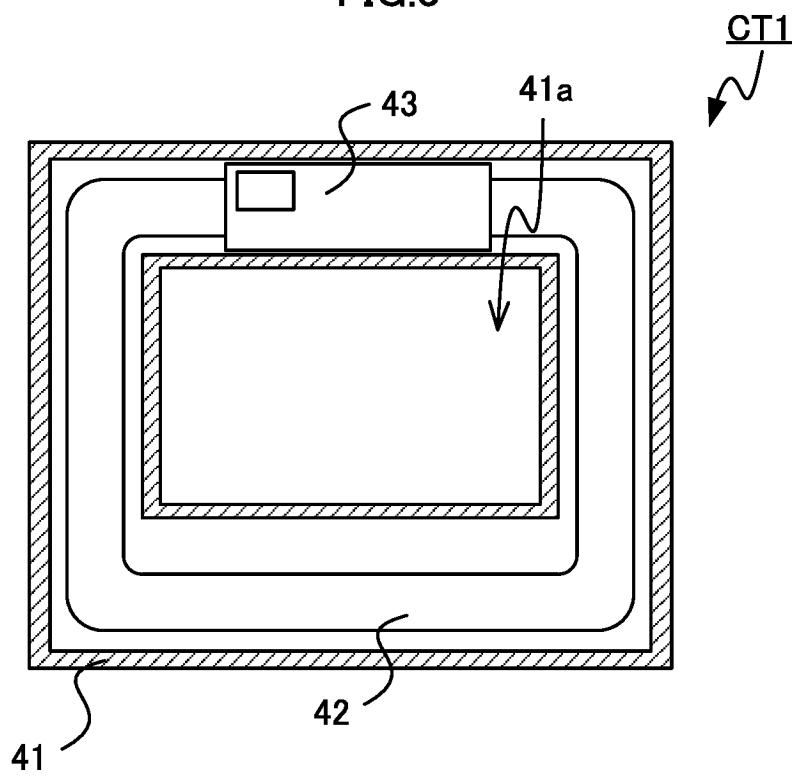


FIG.4

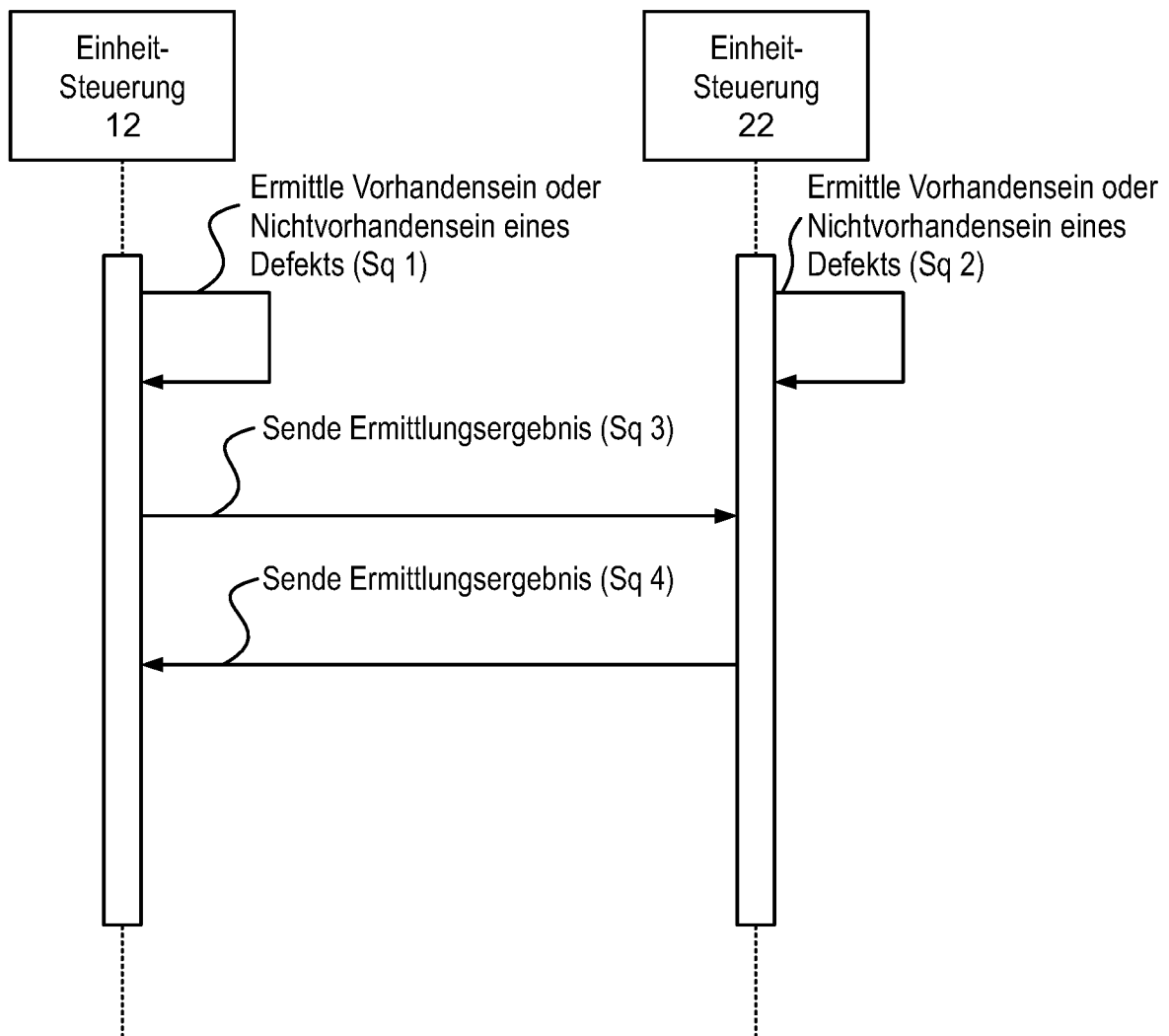


FIG.5

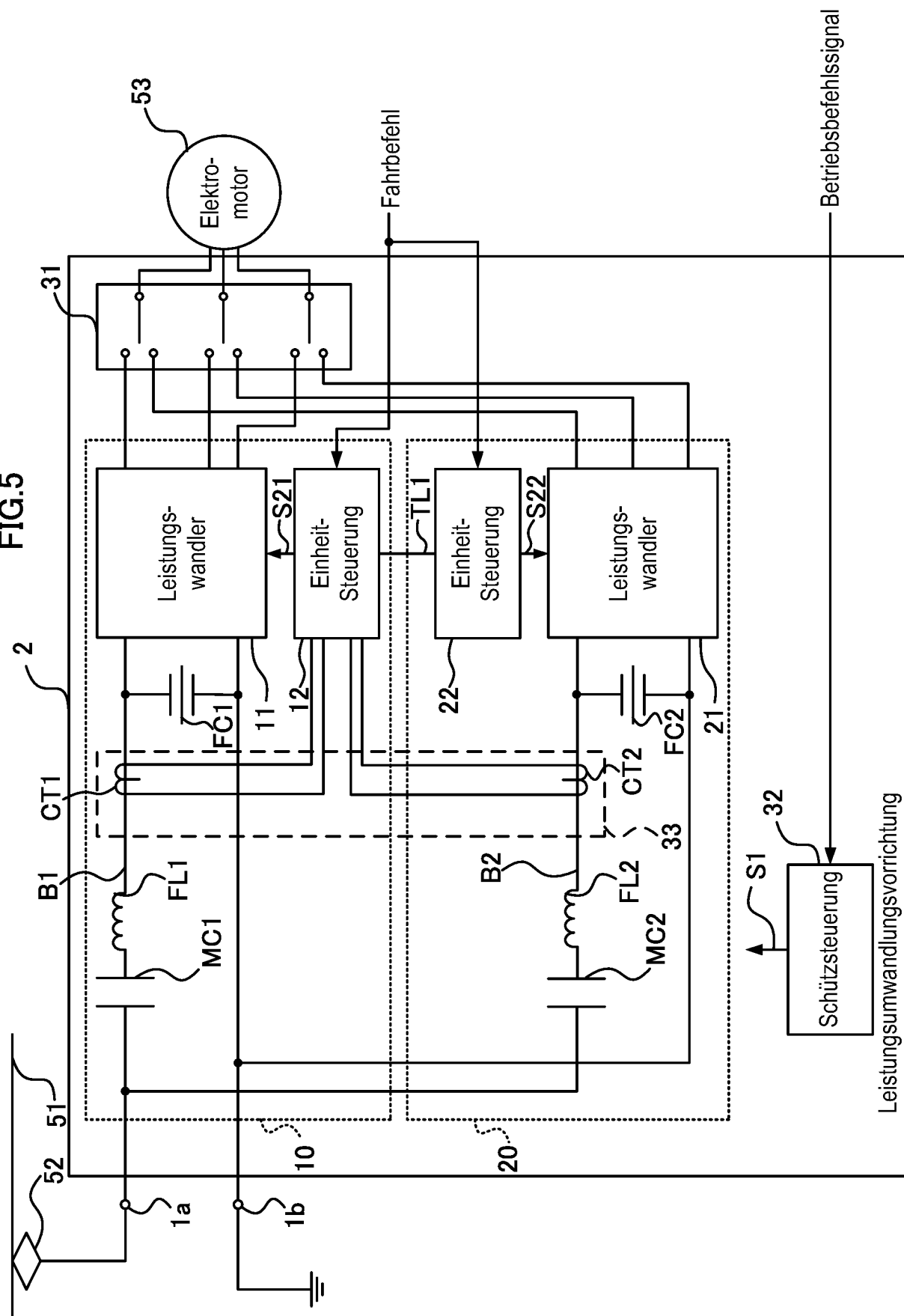


FIG.6

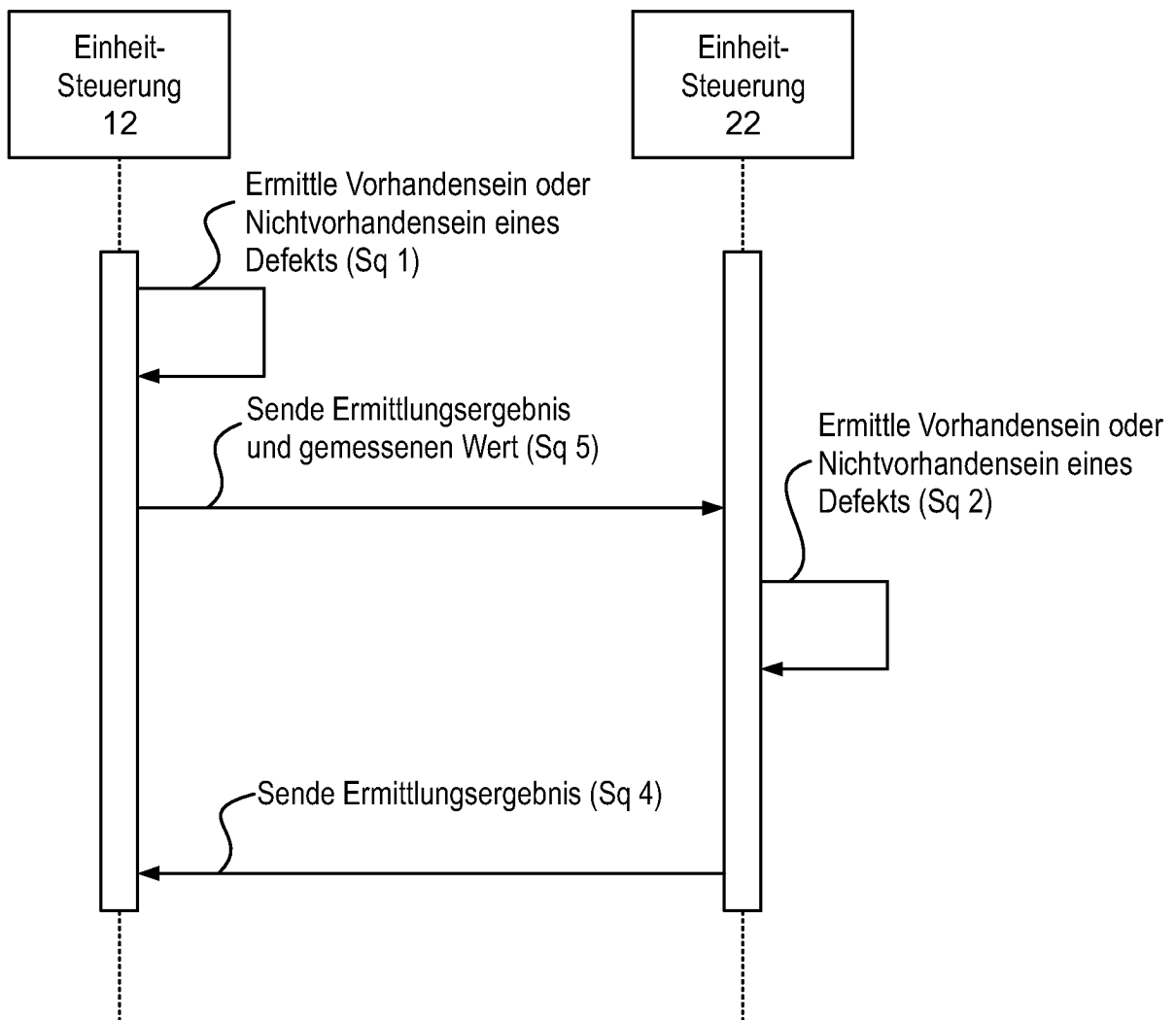


FIG.7

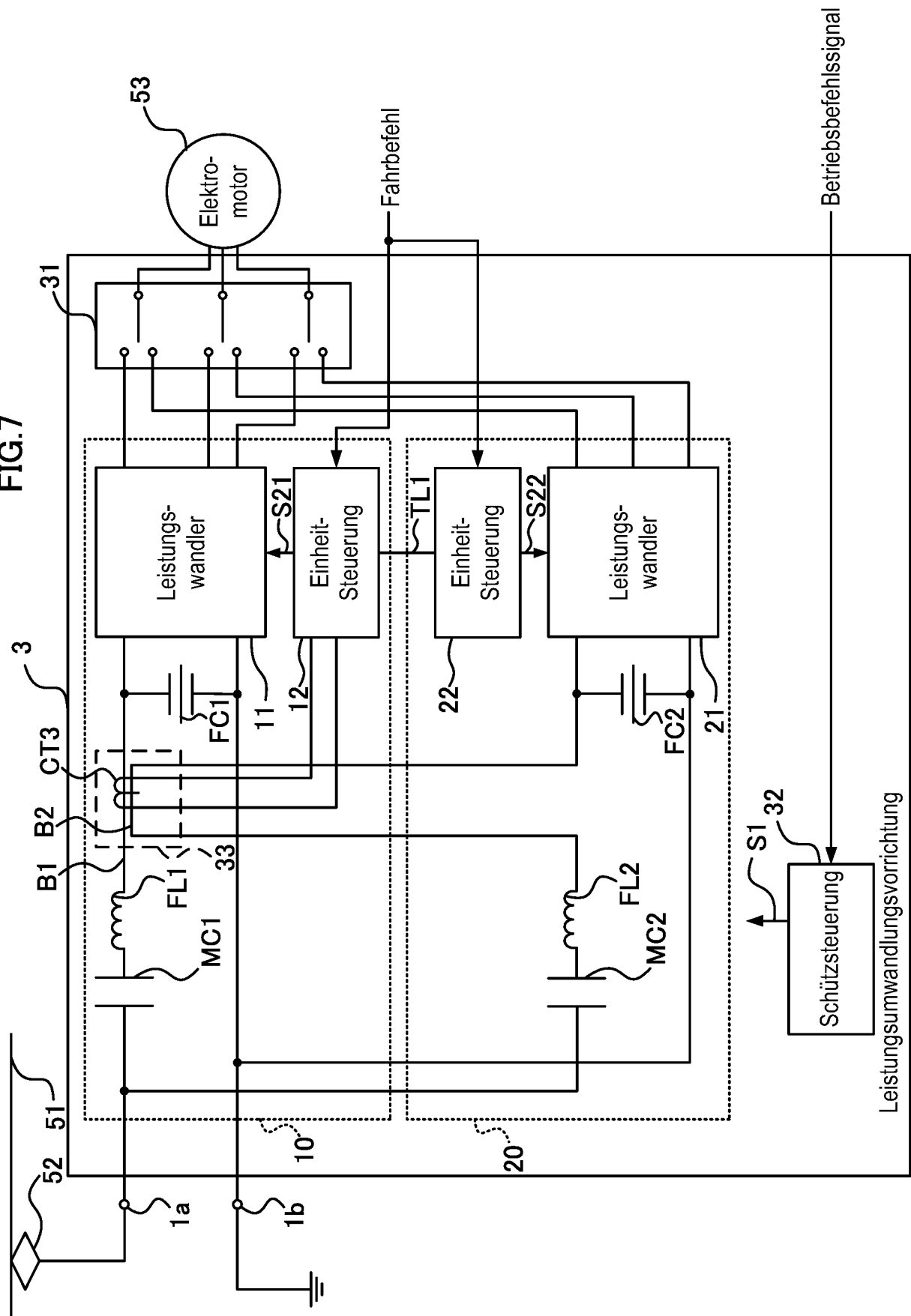
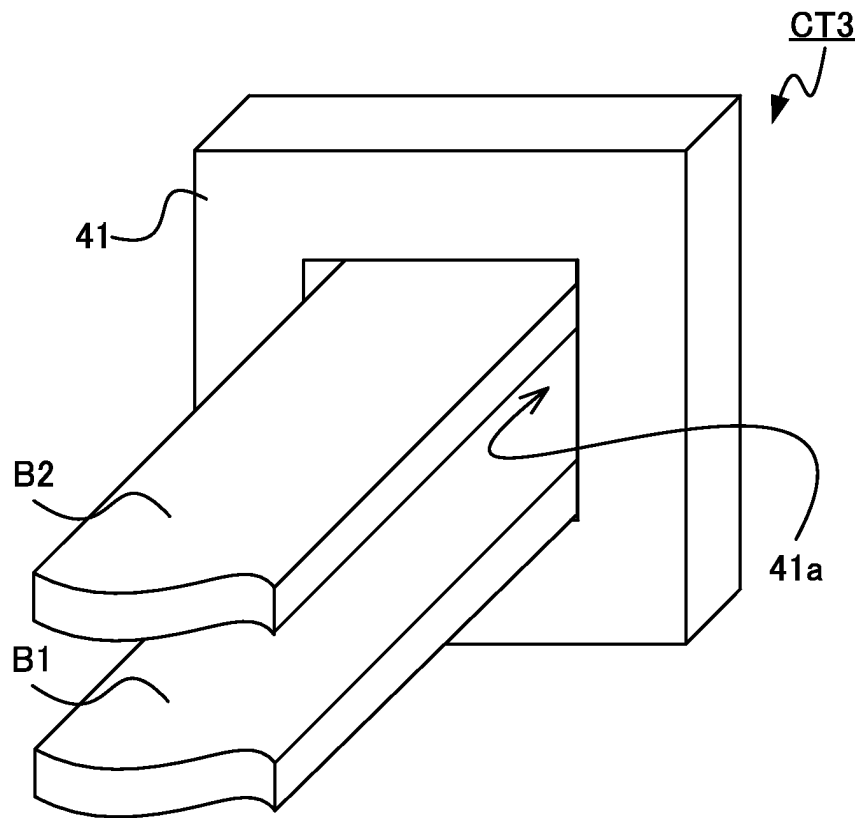


FIG.8



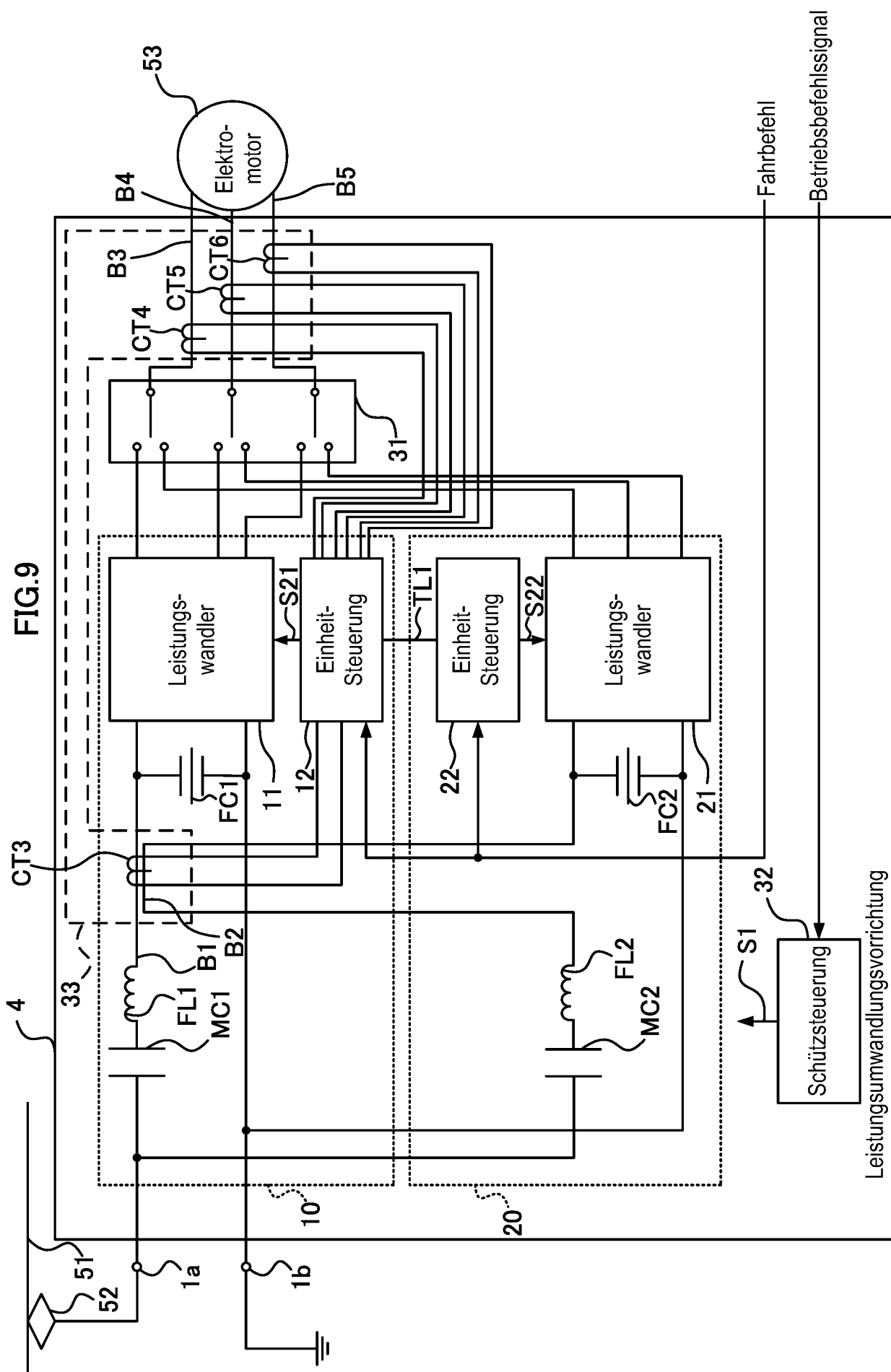


FIG.10

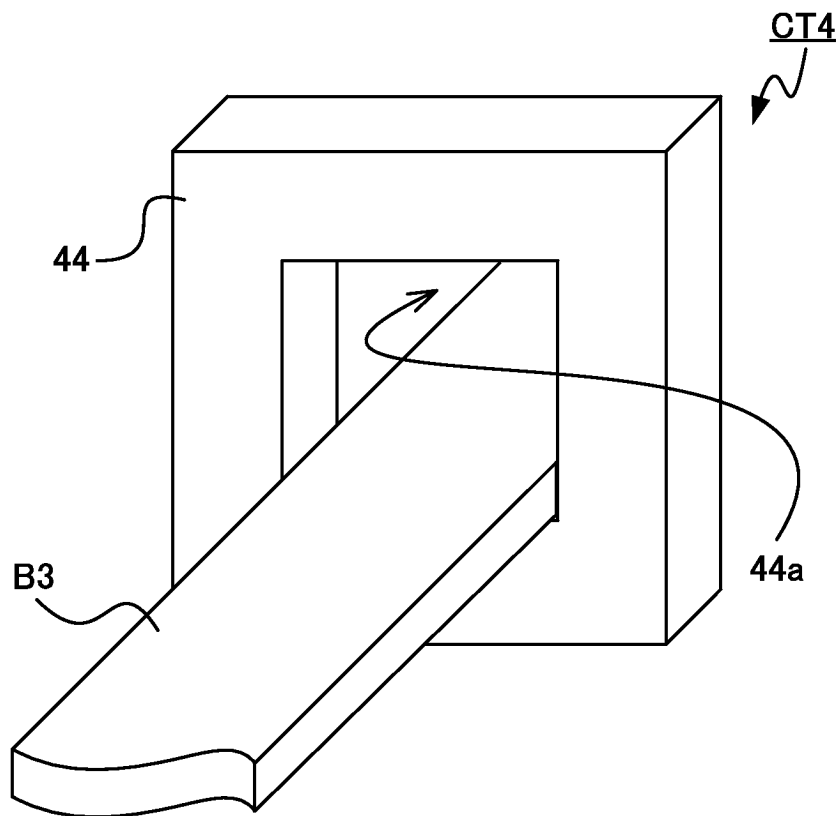
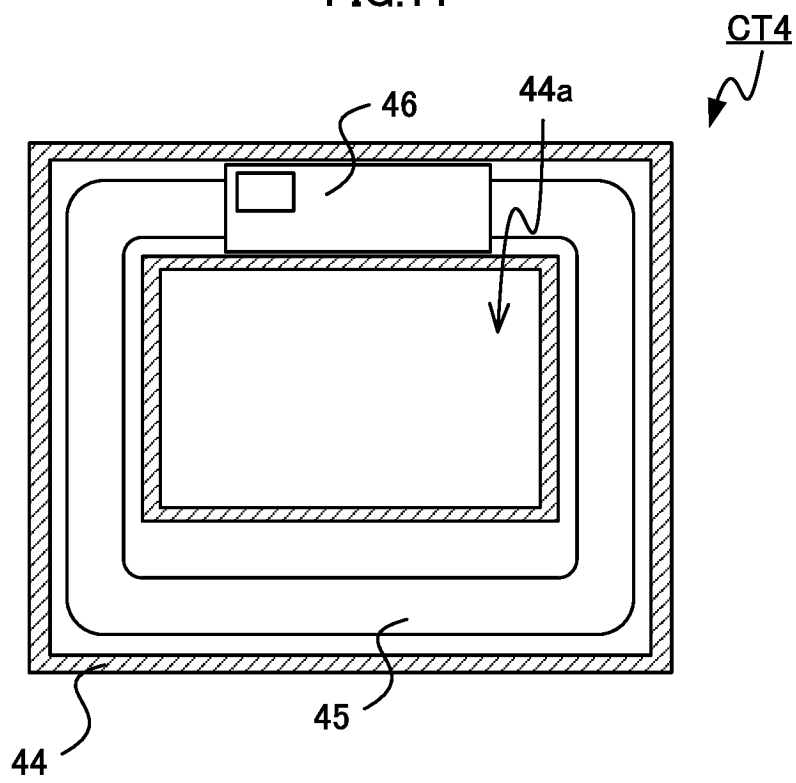


FIG.11



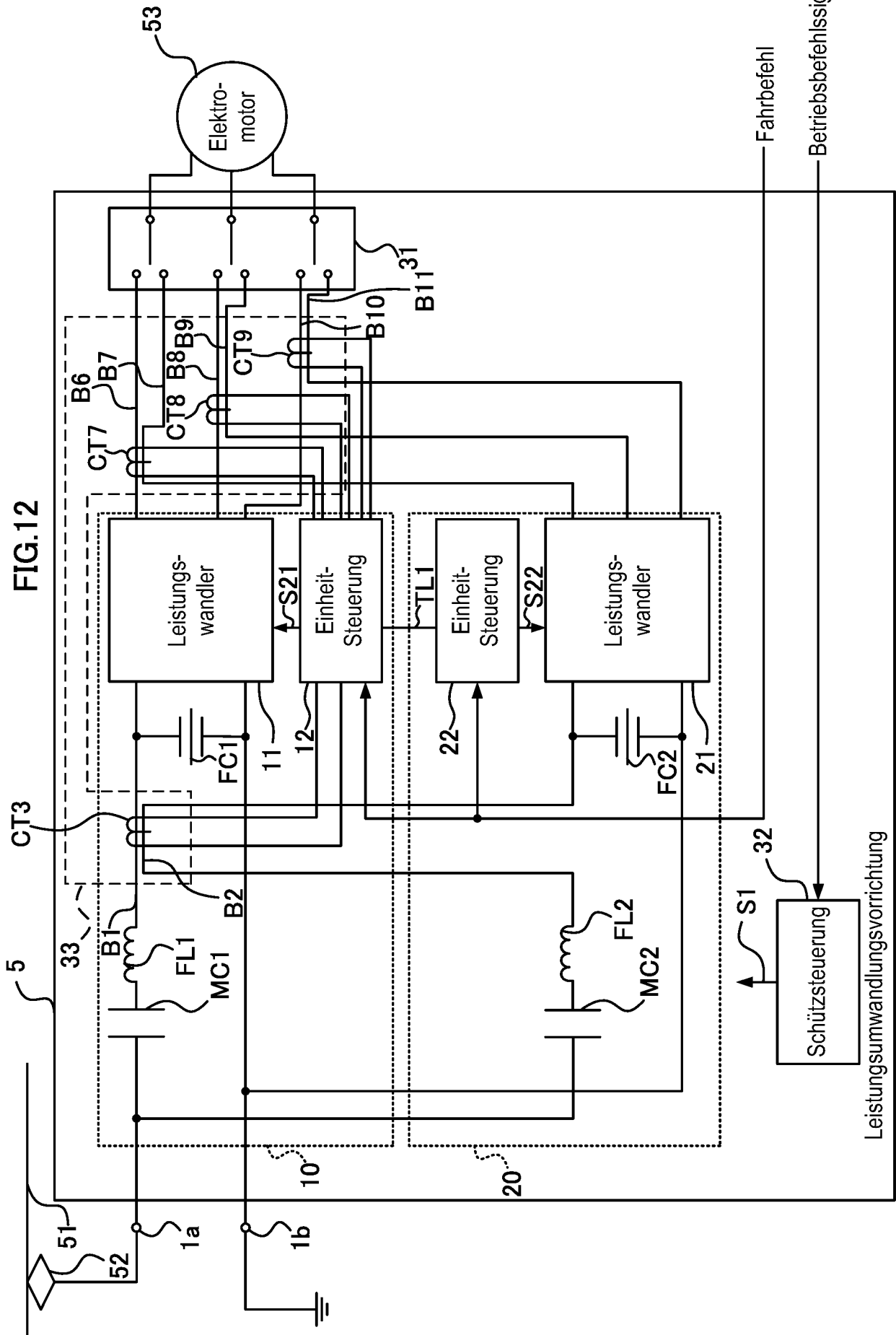


FIG.13

