



(10) **DE 10 2020 120 403 B4** 2024.07.25

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 120 403.5**  
 (22) Anmeldetag: **03.08.2020**  
 (43) Offenlegungstag: **08.04.2021**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **25.07.2024**

(51) Int Cl.: **B60L 50/75 (2019.01)**  
**B60L 3/00 (2019.01)**

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

(30) Unionspriorität:  
**2019-184900**      **08.10.2019**      **JP**

(73) Patentinhaber:  
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(74) Vertreter:  
**KUHLEN & WACKER Patent- und  
 Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,  
 DE**

(72) Erfinder:  
**Oya, Ryosuke, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(54) Bezeichnung: **In einem Fahrzeug installiertes Brennstoffzellensystem**

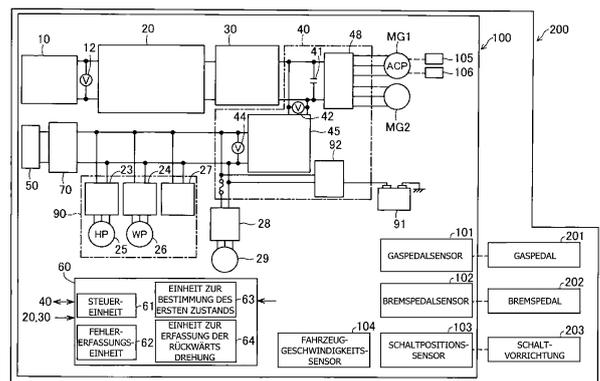
(57) Hauptanspruch: In einem Fahrzeug (200) installiertes Brennstoffzellensystem (100), wobei das Brennstoffzellensystem (100) aufweist:

- eine Brennstoffzelle (10);
- eine Sekundärbatterie (50);
- eine Last (MG1, MG2), die einen Antriebsmotor (MG2), der eine Funktion eines Motors hat, der eine Antriebskraft des Fahrzeugs (200) erzeugt, sowie eine Funktion eines Generators, der eine regenerative elektrische Leistung erzeugt, und einen Luftkompressor (MG1) umfasst, der so konfiguriert ist, dass er der Brennstoffzelle (10) durch Drehen in einer Richtung Sauerstoff zuführt;
- einen Brennstoffzellenwandler (20), der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Brennstoffzelle (10) verstärkt und elektrische Leistung an die Last (MG1, MG2) abgibt;
- einen Sekundärbatteriewandler (45), der zwischen der Sekundärbatterie (50) und der Last (MG1, MG2) angeordnet ist, der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Sekundärbatterie (50) verstärkt und elektrische Leistung an die Last (MG1, MG2) abgibt, und der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Last (MG1, MG2) zum Laden der Sekundärbatterie (50) heruntertransformiert;
- eine Fehlererfassungseinheit (62), die so konfiguriert ist, dass sie einen Betriebsfehler des Sekundärbatteriewandlers (45) erfasst;
- eine Einheit (63) zur Bestimmung eines ersten Zustands, die so konfiguriert ist, dass sie bestimmt, ob sich das Fahrzeug (200) in einem ersten Zustand befindet, in dem eine tatsächliche Fahrtrichtung, die eine tatsächliche Richtung

ist, in der sich das Fahrzeug (200) bewegt, und eine geforderte Fahrtrichtung, die auf Basis einer Drehrichtung des Antriebsmotors (MG2) angenommen wird, nicht übereinstimmen;

eine Einheit (64) zur Erfassung einer Rückwärtsdrehung, die so konfiguriert ist, dass sie eine Rückwärtsdrehung erfasst, die eine Drehung in einer Richtung entgegengesetzt zu der einen Richtung in dem Luftkompressor (MG1) ist; und

eine Steuereinheit (61), die so konfiguriert ist, dass sie die Brennstoffzelle (10), den Brennstoffzellenwandler (20) und den Sekundärbatteriewandler (45) steuert, wobei die Steuereinheit (61) konfiguriert ist, um, wenn ein Betriebsausfall des Sekundärbatteriewandlers (45) ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2017 128 131</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2018 107 816</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2019 / 0 275 899</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>2018- 181 834</b>	<b>A</b>

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein in einem Fahrzeug installiertes Brennstoffzellensystem.

## 2. Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Die japanische Patentanmeldung JP 2018- 181 834 A (sowie deren DE-Familienmitglied DE 10 2018 107 816 A1) beschreibt ein Brennstoffzellensystem, das eine Brennstoffzelle, eine Sekundärbatterie und einen Aufwärtswandler auf jeder Ausgangsseite der Brennstoffzelle und der Sekundärbatterie umfasst. In dem Brennstoffzellensystem sind bei einem Ausfall des Sekundärbatteriewandlers eine Eingangsseite und die Ausgangsseite des Sekundärbatteriewandlers leitend verbunden, und die Brennstoffzelle wird so gesteuert, dass eine Zielspannung erreicht wird, die auf Basis eines Verstärkungs- bzw. Boost-Verhältnisses des Brennstoffzellenswandlers und einer Ausgangsspannung des Sekundärbatteriewandlers zum Verstärken berechnet wird, um elektrische Leistung von der Brennstoffzelle an eine Last, wie z.B. einen Antriebsmotor, zu liefern. Aus der DE 10 2017 128 131 A1 ist ein in einem Fahrzeug installiertes Brennstoffzellensystem bekannt, das eine Brennstoffzelle, eine Sekundärbatterie, eine Last, eine Brennstoffzellenwandler, einen Sekundärbatteriewandler sowie eine Fehlererfassungseinheit umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie einen Betriebsfehler des Sekundärbatteriewandlers erfasst. Ferner ist eine Steuereinheit vorgesehen, die die Brennstoffzelle, den Brennstoffzellenwandler und den Sekundärbatteriewandler steuert. Aus der US 2019 / 0 275 899 A1 ist zudem ein Brennstoffzellensystem bekannt, bei dem regenerative Leistung mittels Nebenverbrauchern, z.B. einem Luftkompressor, verbraucht wird und der Fahrzeugzustand ermittelt wird.

## KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0003]** In einem Fall, in dem der Sekundärbatteriewandler ausfällt und die Eingangsseite und die Ausgangsseite des Sekundärbatteriewandlers leitend verbunden sind, ist es bei einem Überschuss der von der Brennstoffzelle dem Antriebsmotor zugeführten elektrischen Leistung nicht möglich, die Spannung der überschüssigen elektrischen Leistung mit dem Sekundärbatteriewandler zu verringern und die Sekundärbatterie zu laden. Es kann daher in Betracht gezogen werden, die Stromversorgung von der Brennstoffzelle zu stoppen und den Antriebsmotor weiterhin mit elektrischer Leistung zu versorgen, indem die Leistung der Sekundärbatterie

genutzt wird. In einem solchen Fall, z.B. in einem Brennstoffzellenfahrzeug, das mit einer regenerativen Bremse bzw. Rekuperationsbremse ausgestattet ist, die eine regenerative elektrische Leistung des Antriebsmotors als Bremskraft nutzt, kann die Sekundärbatterie nicht mit der rückgespeisten bzw. regenerativen elektrischen Leistung geladen werden. Daher kann in Betracht gezogen werden, die Ausgabe der Sekundärbatterie zu nutzen, um das Fahrzeug zu veranlassen, einen Notlauf durchzuführen und die Regeneration zu unterbinden. Wenn die Regeneration jedoch einheitlich verboten ist, kann folgende Situation eintreten.

**[0004]** Es wird zum Beispiel ein Fall angenommen, in dem ein Bediener des Fahrzeugs versucht, das Fahrzeug vorwärts zu bewegen, indem er seinen Fuß von einem Bremspedal zu einem Gaspedal wechselt, in einem Zustand, in dem das Fahrzeug auf einer ansteigenden Straße durch Niederdrücken des Bremspedals angehalten wird. In einem solchen Fall wird eine Fahrzeuggeschwindigkeit negativ, da das Fahrzeug an einer Steigung vorübergehend rückwärtsfährt, und ein Antriebsmotor erreicht durch das Betätigen des Gaspedals durch den Bediener ein positives Drehmoment, was einem Zustand entspricht, in dem eine Rückwärtsregeneration in einem Vier-Quadranten-Betrieb durchgeführt wird. Im Fahrzeug wird eine Bremskraft durch eine Regeneration bzw. Rekuperation des Antriebsmotors erzeugt, um die Rückwärtsfahrt zu unterdrücken, so dass eine Vorwärtsfahrt an der Steigung möglich wird. Wenn jedoch die Regeneration bei Ausfall des Sekundärbatteriewandlers verboten ist, wird es schwierig sein, das Fahrzeug an der Steigung mit Hilfe der regenerativen Bremse bzw. Rekuperationsbremse zu starten. Da das Brennstoffzellenfahrzeug mit einem Luftkompressor zur Versorgung der Brennstoffzelle mit Sauerstoff ausgestattet ist, ist es möglich, den Verbrauch der durch die Regeneration erzeugten elektrischen Leistung beim Starten des Fahrzeugs nach dem Anhalten des Fahrzeugs an der Steigung durch Anlegen eines Blindstroms an den Luftkompressor zum Starten des Fahrzeugs an der Steigung unter Verwendung der regenerativen Bremse in Betracht zu ziehen.

**[0005]** In den letzten Jahren wird in Brennstoffzellenfahrzeugen ein Luftkompressor eingesetzt, der mit hoher Geschwindigkeit drehen kann. In einem solchen Luftkompressor sind Komponenten wie z.B. Lager präziser als bei herkömmlichen Luftkompressoren. Wenn sich der Luftkompressor beispielsweise durch die Versorgung mit Blindstroms in umgekehrter Richtung dreht, besteht die Möglichkeit, dass der Luftkompressor beschädigt wird. Ein so genanntes Sekundärversagen wurde bisher jedoch nicht berücksichtigt. Ein sekundärer Ausfall bzw. Sekundärversagen liegt hier vor, wenn der Luftkompressor aufgrund eines Blindstroms ausfällt, der dem Luft-

kompressor zugeführt wird, wenn das Brennstoffzellenfahrzeug beim Anfahren an einer Steigung während des Notlaufs startet. Daher ist eine Technik gewünscht, bei der das Sekundärversagen des Luftkompressors in dem System unterdrückt werden kann, mit dem das Fahrzeug bei Ausfall des Sekundärbatteriewandlers unter Verwendung der Ausgabe der Sekundärbatterie einen Notlauf durchführt.

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Erfindung können die folgenden Ausführungsformen realisiert werden.

**[0007]** Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein in einem Fahrzeug installiertes Brennstoffzellensystem vorgeschlagen. Das Brennstoffzellensystem umfasst: eine Brennstoffzelle; eine Sekundärbatterie; eine Last, die einen Antriebsmotor, der eine Funktion eines Motors hat, der eine Antriebskraft des Fahrzeugs erzeugt, sowie eine Funktion eines Generators, der eine regenerative elektrische Leistung erzeugt, und einen Luftkompressor umfasst, der so konfiguriert ist, dass er der Brennstoffzelle durch Drehen in einer Richtung Sauerstoff zuführt; einen Brennstoffzellenwandler, der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Brennstoffzelle verstärkt und elektrische Leistung an die Last abgibt; einen Sekundärbatteriewandler, der zwischen der Sekundärbatterie und der Last angeordnet ist, der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Sekundärbatterie verstärkt und elektrische Leistung an die Last abgibt, und der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Last zum Laden der Sekundärbatterie verringert bzw. heruntertransformiert; eine Fehlererfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie einen Betriebsfehler des Sekundärbatteriewandlers erfasst; eine Einheit zur Bestimmung eines ersten Zustands, die so konfiguriert ist, dass sie bestimmt, ob sich das Fahrzeug in einem ersten Zustand befindet, in dem eine tatsächliche Fahrtrichtung, die eine tatsächliche Richtung ist, in der sich das Fahrzeug bewegt, und eine geforderte Fahrtrichtung, die auf Basis einer Drehrichtung des Antriebsmotors angenommen wird, nicht übereinstimmen; eine Einheit zur Erfassung einer Rückwärtsdrehung, die so konfiguriert ist, dass sie eine Rückwärtsdrehung erfasst, die eine Drehung in einer Richtung entgegengesetzt zu der einen Richtung in dem Luftkompressor ist; und eine Steuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie die Brennstoffzelle, den Brennstoffzellenwandler und den Sekundärbatteriewandler steuert. Die Steuereinheit ist konfiguriert, um, wenn ein Betriebsausfall des Sekundärbatteriewandlers erfasst wird, die Zufuhr von elektrischer Leistung zu der Last über den Brennstoffzellenwandler zu stoppen und eine Notlaufsteuerung für die Zufuhr von elektrischer Leistung von der Sekundärbatterie zu dem Antriebsmotor durchzuführen, wobei sich der Sekundärbatteriewandler in einem leitenden Zustand befindet. Die Steuereinheit ist konfiguriert, um bei der Notlauf-

steuerung: die Regeneration des Antriebsmotors zu verhindern, wenn sich das Fahrzeug nicht im ersten Zustand befindet; einen Blindstrom an den Luftkompressor anzulegen, um den Luftkompressor zu veranlassen, regenerative elektrische Leistung des Antriebsmotors zu verbrauchen, wenn sich das Fahrzeug im ersten Zustand befindet; und den Blindstrom nicht an den Luftkompressor anzulegen, nachdem die Rückwärtsdrehung des Luftkompressors erfasst wurde, wenn der Blindstrom an den Luftkompressor angelegt wird und die Rückwärtsdrehung erfasst wird.

**[0008]** Gemäß diesem Aspekt kann bei der Notlaufsteuerung bei einem Ausfall des Sekundärbatteriewandlers, wenn sich das Fahrzeug im ersten Zustand befindet, die regenerative elektrische Leistung des Antriebsmotors durch Zuführen des Blindstroms an den Luftkompressor verbraucht werden, eine regenerative Bremskraft zur Unterdrückung der Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs kann erhalten werden, und das Fahrzeug kann in der geforderten Fahrtrichtung fahren. Wenn die Rückwärtsdrehung des Luftkompressors erfasst wird, wird der Blindstrom nach der Erfassung der Rückwärtsdrehung nicht zugeführt. Damit ist es möglich, ein sogenanntes Sekundärversagen zu unterdrücken, bei dem neben dem Ausfall des Sekundärbatteriewandlers auch der Luftkompressor ausfällt.

**[0009]** Bei dem obigen Aspekt kann die Steuereinheit so konfiguriert sein, dass sie, wenn die Rückwärtsdrehung des Luftkompressors in der Notlaufsteuerung nicht erfasst wird: das Anlegen des Blindstroms stoppt, wenn eine kontinuierliche Anlegezeit nach dem Start des Anlegens des Blindstroms an den Luftkompressor eine vorbestimmte erste Zeit erreicht hat; und das Anlegen des Blindstroms erneut startet, wenn eine Stoppzeit nach dem Stoppen des Anlegens des Blindstroms eine vorbestimmte zweite Zeit erreicht hat.

**[0010]** Gemäß diesem Aspekt kann eine Überhitzung des Luftkompressors unterdrückt werden. Auf diese Weise ist es möglich, neben dem Ausfall des Sekundärbatteriewandlers auch ein durch Überhitzung verursachtes Sekundärversagen des Luftkompressors zu unterdrücken.

**[0011]** Bei dem obigen Aspekt kann der Luftkompressor ein Turboluftkompressor sein. Gemäß diesem Aspekt ist es möglich, ein Sekundärversagen des Turboluftkompressors zu unterdrücken.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung kann in verschiedenen Formen realisiert werden, wie z.B. ein Steuerungsverfahren eines in einem Fahrzeug installierten Brennstoffzellensystems, ein Computerprogramm zur Realisierung des Steuerungsverfahrens, ein

nichtflüchtiges Speichermedium, das das Computerprogramm speichert, und ähnliches.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0013]** Die Merkmale und Vorteile sowie die technische und wirtschaftliche Bedeutung beispielhafter Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen gleichartige Bezugszeichen gleichartige Elemente bezeichnen; hierbei zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Konfiguration eines mit einem Brennstoffzellensystem ausgerüsteten Fahrzeugs;

**Fig. 2** ein Prozessdiagramm, das ersten Ausführungsform zeigt; und

**Fig. 3** ein Prozessdiagramm, das eine Notlaufsteuerung in einer zweiten Ausführungsform zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

##### A. Erste Ausführungsform

##### A1. Konfiguration des Brennstoffzellensystems

**[0014]** **Fig. 1** ist ein schematisches Konfigurationsschaubild, das ein Brennstoffzellensystem 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Das Brennstoffzellensystem 100 ist in einem Fahrzeug 200 angeordnet. Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist das Brennstoffzellensystem 100 ausgebildet mit einer Brennstoffzelle 10 und einer Sekundärbatterie 50, die als Stromversorgungsquellen für eine Last dienen, einem Brennstoffzellenwandler 20 (im Folgenden auch als „FDC 20“ bezeichnet), einer Brennstoffzellen-Relaisschaltung 30 (BZ-Relaisschaltung 30), einer Leistungssteuereinheit 40 (im Folgenden, auch als „PCU 40“ bezeichnet) mit einem Sekundärbatteriewandler 45 (im Folgenden auch als „BDC 45“ bezeichnet), einer Steuervorrichtung 60, einer Sekundärbatterie-Relaisschaltung 70, einer Hilfsmaschine 90, einer Hilfsbatterie 91, einem Hilfsmaschinen-Wechselrichter 28, einer Klimaanlage 29, einem Luftkompressor MG1 und einem Antriebsmotor MG2, die jeweils als Last dienen.

**[0015]** Die Brennstoffzelle 10 ist eine Zelle, in der Wasserstoff und Sauerstoff als Reaktionsgase miteinander reagieren, um Strom zu erzeugen. Das mit dem Brennstoffzellensystem 100 ausgerüstete Fahrzeug 200 verfügt über einen nicht abgebildeten Wasserstofftank, in dem Wasserstoff (Brenngas) als Reaktionsgas gespeichert ist, und Wasserstoff wird der Brennstoffzelle 10 aus dem Wasserstofftank zugeführt. Der Luftkompressor MG1 wird in eine

Richtung gedreht, um die Luft in der Atmosphäre zu verdichten, und die sauerstoffhaltige Luft (Oxidationsgas), die als Reaktionsgas dient, wird der Brennstoffzelle 10 vom Luftkompressor MG1 zugeführt. Der Luftkompressor MG1 in der vorliegenden Ausführungsform ist ein Turboluftkompressor. Im Luftkompressor MG1 der vorliegenden Ausführungsform werden Komponenten wie z.B. Lager durch zirkulierendes Öl gekühlt. In anderen Ausführungsformen ist der Luftkompressor MG1 nicht auf einen Turboverdichtertyp beschränkt und kann ein Roots-Typ sein.

**[0016]** Der FDC 20 verstärkt bzw. erhöht die Ausgangsspannung der Brennstoffzelle 10 auf eine Antriebsspannung des Luftkompressors MG1 und des Antriebsmotors MG2. Ein Spannungssensor 12, der die Ausgangsspannung der Brennstoffzelle 10 erfasst, ist zwischen dem FDC 20 und der Brennstoffzelle 10 vorgesehen. Die BZ-Relaisschaltung 30 schaltet zwischen einem Verbindungszustand, in dem der FDC 20 und die PCU 40 leitend verbunden sind, und einem Trennungszustand, in dem der FDC 20 und die PCU 40 elektrisch getrennt sind. Die BZ-Relaisschaltung 30 ist zwischen dem FDC 20 und der PCU 40 angeordnet.

**[0017]** Der Antriebsmotor MG2 ist ein Motor, der mit elektrischer Leistung von der Brennstoffzelle 10 und der Sekundärbatterie 50 angetrieben wird und ist parallel zum Luftkompressor MG1 geschaltet. Der Antriebsmotor MG2 arbeitet als Motor oder als Generator. Wenn der Antriebsmotor MG2 als Motor arbeitet, treibt der Antriebsmotor MG2 die Antriebsräder des Fahrzeugs 200 mit der elektrischen Leistung an, die von der Brennstoffzelle 10 und der Sekundärbatterie 50 geliefert wird. Der Antriebsmotor MG2 erzeugt beim Betrieb als Generator regenerative elektrische Leistung, um eine Bremskraft zu erhalten.

**[0018]** Die Hilfsmaschine 90 verbraucht die von der Brennstoffzelle 10 erzeugte elektrische Leistung. Die Hilfsmaschine 90 umfasst eine Wasserstoffpumpe 25, eine Kühlmittelpumpe 26, Hilfsmaschinen-Wechselrichter 23 und 24 und einen Warmwasserbereiter 27. Die Wasserstoffpumpe 25 rezirkuliert das aus der Brennstoffzelle 10 abgegebene Wasserstoffabgas in die Brennstoffzelle 10. Die Kühlmittelpumpe 26 zirkuliert das in der Brennstoffzelle 10 verwendete Kühlmittel. Die Hilfsmaschinen-Wechselrichter 23 und 24 wandeln einen Gleichstrom in einen Dreiphasen-Wechselstrom um und liefern den umgewandelten Strom an die Wasserstoffpumpe 25 und die Kühlmittelpumpe 26 zur Antriebssteuerung.

**[0019]** Die Sekundärbatterie 50 gibt elektrische Leistung für den Antrieb des Luftkompressors MG1 und des Antriebsmotors MG2 aus. Als Sekundärbatterie 50 wird z.B. eine Lithium-Ionen-Batterie oder

eine Nickel-Hydrid-Batterie verwendet. Die Sekundärbatterie 50 kann mit der von der Brennstoffzelle 10 erzeugten elektrischen Leistung und der regenerativen elektrischen Leistung des Antriebsmotors MG2 geladen werden. Die Sekundärbatterie-Relaischaltung 70 schaltet zwischen einem Verbindungszustand, in dem die Sekundärbatterie 50 und die PCU 40 leitend verbunden sind, und einem Trennungszustand, in dem die Sekundärbatterie 50 und die PCU 40 elektrisch getrennt sind. Die Ausgangsspannung der Sekundärbatterie 50 wird von einem Spannungssensor 44 erfasst, der mit der Sekundärbatterie-Relaischaltung 70 verbunden ist.

**[0020]** Die Hilfsbatterie 91 wird als Stromquelle für eine Niederspannungs-Hilfsvorrichtung des Fahrzeugs verwendet. Die Hilfsbatterie 91 ist zwischen dem Sekundärbatterie-Relaischaltkreis 70 und dem BDC 45 über einen DC/DC-Wandler bzw. Wechselstromwandler 92 leitend verbunden. Die Hilfsbatterie 91 wird mit der durch den DC/DC-Wandler 92 heruntergeregelten elektrischen Leistung versorgt.

**[0021]** Die PCU 40 steuert die an den Luftkompressor MG1 und den Antriebsmotor MG2 übertragene elektrische Leistung auf Basis des von der Steuervorrichtung 60 übertragenen Steuersignals. Die PCU 40 hat einen Kondensator 41, einen Wechselrichter 48 und den BDC 45.

**[0022]** Der Inverter bzw. Wechselrichter 48 ist mit dem Luftkompressor MG1 und dem Antriebsmotor MG2, die Lasten bzw. Verbraucher sind, verbunden. Der Wechselrichter 48 wandelt die von der Brennstoffzelle 10 oder der Sekundärbatterie 50 gelieferte elektrische Gleichstromleistung in elektrische Dreiphasen-Wechselstromleistung um, wenn der Antriebsmotor MG2 als Motor arbeitet. Der Wechselrichter 48 wandelt die Dreiphasen-Wechselstromleistung, die als regenerative elektrische Leistung vom Antriebsmotor MG2 dient, in elektrische Gleichstromleistung um, wenn der Antriebsmotor MG2 als Generator arbeitet.

**[0023]** Der BDC 45 ist ein auf- und abwärts Wandler, der die Ausgangsspannung des FDC 20 zum Laden der Sekundärbatterie 50 absenkt und die Ausgangsspannung der Sekundärbatterie 50 auf die Antriebspannung des Luftkompressors MG1 und des Antriebsmotors MG2 anhebt. Wenn in der vorliegenden Ausführungsform durch eine nachfolgend beschriebene Fehlererfassungseinheit 62 erfasst wird, dass ein Betriebsfehler des BDC 45 aufgetreten ist, verbindet der BDC 45 direkt eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite des BDC 45 elektrisch, so dass der BDC 45 in einen leitenden Zustand geschaltet wird, in dem der Hochsetz- bzw. Aufwärtsbetrieb und der Tiefsetz- bzw. Abwärtsbetrieb eingeschränkt sind. Im leitenden Zustand wird die Spannung zwi-

schen der BDC 45 und dem Wechselrichter 48 zur Spannung der Sekundärbatterie 50.

**[0024]** In der vorliegenden Ausführungsform umfasst das Brennstoffzellensystem 100 ferner einen Gaspedalsensor 101, einen Bremspedalsensor 102, einen Schaltpositionssensor 103, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104, einen Rotationssensor 105 und einen Stromsensor 106. Der Gaspedalsensor 101 erfasst einen Niederdruckbetrag eines Gaspedals 201 des Fahrzeugs 200. Der Bremspedalsensor 102 erfasst einen Niederdruckbetrag eines Bremspedals 202 des Fahrzeugs 200. Der Niederdruckbetrag kann auch als „Betätigungsbeitrag“ bezeichnet werden. Der Schaltpositionssensor 103 erfasst eine Schaltposition einer Schaltvorrichtung 203 des Fahrzeugs 200. Die Schaltposition umfasst eine Position, die eine Vorwärtsfahrthanforderung anzeigt, und eine Position, die eine Rückwärtsfahrthanforderung des Bedieners für das Fahrzeug 200 anzeigt. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104 erfasst die Fahrzeuggeschwindigkeit aus der Drehzahl einer Antriebswelle des Fahrzeugs 200. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104 gibt eine positive Fahrzeuggeschwindigkeit aus, wenn das Fahrzeug 200 in Vorwärtsfahrtrichtung fährt, und gibt eine negative Fahrzeuggeschwindigkeit aus, wenn das Fahrzeug 200 in Rückwärtsfahrtrichtung fährt. Der Rotationssensor 105 erfasst die Drehrichtung des Luftkompressors MG1. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Rotationssensor 105 ein Drehmelder, der die Drehzahl des Luftkompressors MG1 detektiert. Der Stromsensor 106 erfasst den Wert des durch den Luftkompressor MG1 fließenden Stroms.

**[0025]** Die Steuervorrichtung 60 ist als ECU mit einer CPU, einem Speicher und einer Ein-/Ausgabeschnittstelle konfiguriert. Die CPU der Steuervorrichtung 60 fungiert als eine Steuereinheit 61, die Fehlererfassungseinheit 62, eine Einheit 63 zur Bestimmung eines ersten Zustands und als Einheit 64 zur Erfassung einer Rückwärtsdrehung durch Laden und Ausführen des im Speicher gespeicherten Programms. Der Messwert jedes oben beschriebenen Sensors wird in die Steuervorrichtung 60 eingegeben.

**[0026]** Die Fehlererfassungseinheit 62 erkennt einen Betriebsausfall des BDC 45. Der Betriebsausfall des BDC 45 stellt einen Zustand dar, in dem es für das Brennstoffzellensystem 100 schwierig ist, den Hochsetz- bzw. Aufwärtsbetrieb oder den Tiefsetz- bzw. Abwärtsbetrieb durch den BDC 45 normal durchzuführen. Die Fehlererfassungseinheit 62 kann z.B. den Ausfall des BDC 45 erkennen, wenn eine Überspannung des BDC 45 aus den Messwerten der Spannungssensoren 42 und 44 erfasst wird, oder wenn ein überhitzter Zustand, in dem eine Temperatur gleich oder höher als eine vorgegebene

Referenztemperatur ist, von einem im BDC 45 vorgesehenen Temperatursensor (nicht dargestellt) erfasst wird.

**[0027]** Die Einheit 63 zur Bestimmung eines ersten Zustands bestimmt, ob sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet. Der erste Zustand ist ein Zustand, in dem eine tatsächliche Fahrtrichtung, d.h. eine tatsächliche Richtung, in der sich das Fahrzeug 200 bewegt, und eine geforderte Fahrtrichtung, die gemäß der Drehrichtung des Antriebsmotors MG2 angenommen wird, nicht übereinstimmen. Obwohl im Folgenden Einzelheiten beschrieben werden, verwendet die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands in der vorliegenden Ausführungsform die Eingabeergebnisse des Gaspedalsensor 101, des Schaltpositionssensors 103 und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 104, um zu bestimmen, ob sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet.

**[0028]** Die Einheit 64 zur Erfassung einer Rückwärtsdrehung erfasst die Drehrichtung des Luftkompressors MG1 unter Verwendung des Eingabeergebnisses des im Luftkompressor MG1 angeordneten Rotationssensors 105. Die Einheit 64 zur Erfassung der Rückwärtsdrehung erfasst, dass der Luftkompressor MG1 in umgekehrter Richtung dreht, wenn der Luftkompressor MG1 in die zu der einen Richtung entgegengesetzte Richtung dreht, in der der Luftkompressor MG1 dreht, um der Brennstoffzelle 10 Sauerstoff zuzuführen.

**[0029]** Die Steuereinheit 61 steuert den Betrieb jeder Einheit im Brennstoffzellensystem 100 entsprechend den oben beschriebenen Eingabesignalen von jedem Sensor. Zum Beispiel steuert die Steuereinheit 61 den Wechselrichter 48, um zu bewirken, dass der Antriebsmotor MG2 eine Funktion der Erzeugung einer Antriebskraft vermittelt elektrische Leistung von zumindest einer von der Brennstoffzelle 10 und der Sekundärbatterie 50 und eine Funktion zur Wirkung als Generator, der regenerative elektrische Leistung erzeugt, realisiert. Ferner stoppt die Steuereinheit 61 bei Erkennen eines Ausfalls des BDC 45 die elektrische Stromversorgung von der Brennstoffzelle 10 zur Last über den FDC 20 und führt eine Notlaufsteuerung durch, bei der der BDC 45 in den leitenden Zustand versetzt wird und elektrische Leistung von der Sekundärbatterie 50 an den Antriebsmotor MG2 geliefert wird.

## A2. Über den ersten Zustand

**[0030]** Es gibt einen Fall, in dem aus einem Zustand heraus, in dem das Fahrzeug 200 auf der ansteigenden Straße durch das Niederdrücken des Bremspedals 202 angehalten wird und die Schaltposition der Schaltvorrichtung 203 eine Vorwärtsfahreranforderung anzeigt, eine Vorwärtsfahrt mit dem Niederdrü-

cken des Gaspedals 201 versucht wird. Es gibt einen Fall, in dem das Fahrzeug 200 rückwärts nach unten rutscht, wenn der Bediener des Fahrzeugs 200 vom Bremspedal 202 auf das Gaspedal 201 wechselt. Wenn das Gaspedal 201 niedergedrückt wird, während das Fahrzeug 200 nach unten rutscht, ist das erforderliche Drehmoment für den Antriebsmotor MG2 positiv und der Antriebsmotor MG2 dreht sich in positiver Richtung, die Fahrzeuggeschwindigkeit ist jedoch negativ, was einem Zustand entspricht, in dem die Rückwärtsrotationsregeneration im Vier-Quadranten-Betrieb durchgeführt wird. Somit ist eine Regeneration im Antriebsmotor MG2 möglich. Der obige Zustand ist ein Zustand, in dem die tatsächliche Fahrtrichtung, d.h. die tatsächliche Fahrtrichtung, in die das Fahrzeug 200 fährt, und die geforderte Fahrtrichtung, die gemäß der Drehrichtung des Antriebsmotors MG2 angenommen wird, nicht übereinstimmen.

**[0031]** In ähnlicher Weise gibt es einen Fall, in dem aus einem Zustand, in dem das Fahrzeug 200 an einem abfallenden Hügel durch das Niederdrücken des Bremspedals 202 angehalten wird und die Schaltposition der Schaltvorrichtung 203 eine Rückwärtsfahreranforderung anzeigt, mit dem Niederdrücken des Gaspedals 201 eine Rückwärtsfahrt versucht wird. Es gibt einen Fall, in dem das Fahrzeug 200 vorwärts nach unten rutscht und die Fahrzeuggeschwindigkeit bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Bediener des Fahrzeugs 200 vom Bremspedal 202 auf das Gaspedal 201 wechselt, positiv wird. Wenn das Gaspedal 201 gedrückt wird, während das Fahrzeug nach unten rutscht, ist das geforderte Drehmoment für den Antriebsmotor MG2 negativ und der Antriebsmotor MG2 dreht sich in negativer Richtung, die Fahrzeuggeschwindigkeit ist jedoch positiv, was einem Zustand entspricht, in dem die normale Rotationsregeneration im Vier-Quadranten-Betrieb durchgeführt wird. Somit ist eine Regeneration im Antriebsmotor MG2 möglich. Der obige Zustand ist auch ein Zustand, in dem die tatsächliche Fahrtrichtung und die geforderte Fahrtrichtung des Fahrzeugs 200 nicht übereinstimmen. Darüber hinaus bezeichnet der Begriff „das Fahrzeug 200 rutscht nach unten“, dass das Fahrzeug 200 an einem Hang in einer Richtung entgegengesetzt zur gewünschten Fahrtrichtung fährt.

**[0032]** Die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands bestimmt, dass sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit negativ ist, eine Vorwärtsfahreranforderung vom Schaltpositionssensor 103 erfasst wird und das Gaspedal 201 gedrückt wird, oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit positiv ist, eine Rückwärtsfahreranforderung vom Schaltpositionssensor 103 erfasst wird und das Gaspedal 201 gedrückt wird. Der erste Zustand ist ein Zustand, in dem die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 104 ange-

zeigte tatsächliche Fahrtrichtung des Fahrzeugs 200 und die vom Schaltpositionssensor 103 angezeigte geforderte Fahrtrichtung voneinander verschieden sind, und ist ein Zustand, in dem das Gaspedal 201 niedergedrückt ist und festgestellt werden kann, dass versucht wird, in einen Zustand überzugehen, in dem die beiden Richtungen übereinstimmen. Der erste Zustand ist auch ein Zustand, in dem eine Regeneration im Antriebsmotor MG2 möglich ist, wenn es ein Ladeziel oder ein Verbrauchsziel für die regenerative elektrische Leistung gibt.

**[0033]** Bei der oben beschriebenen Notlaufsteuerung ändert die Steuereinheit 61 die Steuerung des Brennstoffzellensystems 100 abhängig davon, ob sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet.

### A3. Notlaufsteuerung

**[0034]** Fig. 2 zeigt einen Notlaufsteuerungsprozess der ersten Ausführungsform. Die Notlaufsteuerung wird wiederholt von der Steuereinheit 61 ausgeführt, wenn ein Ausfall des BDC 45 von der Fehlererfassungseinheit 62 erfasst wird. Bei der Notlaufsteuerung bestimmt die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands sequentiell, ob sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet.

**[0035]** In Schritt S 10 stoppt die Steuereinheit 61 die Stromerzeugung in der Brennstoffzelle 10, um die Stromzufuhr von der Brennstoffzelle 10 zur Last zu unterbrechen, und verbindet die Eingangsseite und die Ausgangsseite des BDC 45 leitend. Der Grund dafür, dass die elektrische Stromversorgung von der Brennstoffzelle 10 gestoppt wird, ist, dass die überschüssige elektrische Leistung der von der Brennstoffzelle 10 an den Luftkompressor MG1 gelieferten elektrischen Leistung nicht durch den BDC 45 heruntergesetzt werden kann, um damit die Sekundärbatterie 50 zu laden. Durch das Stoppen der Stromversorgung aus der Brennstoffzelle 10 kann ein Ausfall des Kondensators 41, der aus der überschüssigen elektrischen Leistung resultiert, die nicht an die Sekundärbatterie 50 abgegeben werden kann, unterdrückt werden. Wenn die Stromversorgung aus der Brennstoffzelle 10 bereits gestoppt ist und die Eingangsseite und die Ausgangsseite des BDC 45 aufgrund der Ausführung des in Fig. 2 dargestellten Vorgangs zu diesem Zeitpunkt leitend verbunden sind, überspringt die Steuereinheit 61 den Vorgang des Schrittes S10.

**[0036]** Wenn in Schritt S20 der Zustand des Fahrzeugs 200 nicht der erste Zustand ist (Schritt S20, NEIN), verbietet die Steuereinheit 61 die Regeneration des Antriebsmotors MG2 in Schritt S30 und kehrt zum Schritt S20 zurück.

**[0037]** Wenn sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet (Schritt S20, JA), legt die Steuer-

einheit 61 zunächst in Schritt S40 den Blindstrom an den Luftkompressor MG1 an, wobei sie die Ausgabe der Sekundärbatterie 50 verwendet. Der Blindstromwert wird im Voraus durch Experimente oder Simulationen auf der Grundlage des Stromwertes, der an den Luftkompressor MG1 angelegt werden kann, und der erforderlichen Bremskraft beim Anfahren an einer Steigung ermittelt.

**[0038]** In Schritt S50 erkennt die Einheit 64 zur Erfassung der Rückwärtsdrehung die Drehrichtung des Luftkompressors MG1 anhand des Eingabeergebnisses des im Luftkompressor MG1 angeordneten Rotationssensors 105. Die Schritte S40 und S50 werden durchgeführt, um zu bestätigen, ob eine Rückwärtsdrehung im Luftkompressor MG1 auftritt, indem dem Luftkompressor MG1 vorübergehend der Blindstrom durch die Ausgabe der Sekundärbatterie 50 zugeführt wird. Wenn der Blindstrom angelegt wird, kann der Luftkompressor MG1 gedreht werden. Dies ist auf einen Montagefehler oder ähnliches von Komponenten zurückzuführen, die den Luftkompressor MG1 bilden.

**[0039]** Wenn die Drehzahl des Luftkompressors MG1 null ist oder wenn sich der Luftkompressor MG1 in der Richtung dreht, in der sich der Luftkompressor dreht, um der Brennstoffzelle 10 Sauerstoff zuzuführen (Schritt S50, NEIN), setzt die Steuereinheit 61 den Prozess mit Schritt S60 fort, stoppt die Stromversorgung von der Sekundärbatterie 50 und ermöglicht die Regeneration des Antriebsmotors MG2. In Schritt S60 verwendet die Steuereinheit 61 das Eingabeergebnis vom Stromsensor 106, der im Luftkompressor MG1 angeordnet ist, um den Antriebsmotor MG2 zur Ausgabe eines Drehmoments zu veranlassen, das dem in Schritt S40 angelegten Blindstrom entspricht. Die Steuereinheit 61 bestromt den Luftkompressor MG1 mit dem Blindstrom, der der regenerativen elektrischen Leistung des Antriebsmotors MG2 entspricht, so dass die regenerative elektrische Leistung des Antriebsmotors MG2 verbraucht wird. Auf diese Weise unterdrückt die aus der Regeneration resultierende Bremskraft beim Anfahren an der Steigung das Abrutschen des Fahrzeugs 200 und das Fahrzeug 200 fährt in die gewünschte Fahrtrichtung.

**[0040]** Wenn sich das Fahrzeug in Schritt S90 im ersten Zustand (Schritt S90, JA) befindet, kehrt die Steuereinheit 61 zu Schritt S60 zurück. Der Fall, in dem die Bestimmung in Schritt S90 negativ ist, ist ein Zustand, in dem das Fahrzeug 200 das Anfahren an der Steigung beendet hat. Wenn sich das Fahrzeug 200 nicht im ersten Zustand befindet (Schritt S90, NEIN), beendet die Steuereinheit 61 die gegenwärtige Prozessroutine.

**[0041]** Wird dagegen in Schritt S50 festgestellt, dass sich der Luftkompressor MG1 in umgekehrter

Richtung dreht (Schritt S50, JA), fährt die Steuereinheit 61 mit dem Prozess aus Schritt S70 fort und stoppt das Anlegen des Blindstroms an den Luftkompressor MG1, um das Anlegen des nachfolgenden Blindstroms zu verhindern. Darüber hinaus führt die Steuereinheit 61, wenn das Anlegen des Blindstroms in Schritt S70 verboten ist, den Vorgang der Schritte S40 und fortfolgende nicht aus, selbst wenn sich das Fahrzeug 200 nach Beendigung des Anfahrens an der Steigung wieder im ersten Zustand befindet und kein Verbrauch der regenerativen elektrischen Leistung des Antriebsmotors MG2 aufgrund der Zuführung des Blindstroms an den Luftkompressor MG1 erfolgt. Wenn das Anlegen des Blindstroms in Schritt S70 verboten ist, kann z.B. eine Berganfahrhilfe ausgeführt werden, bei der jedes Rad durch eine Bremssteuervorrichtung (nicht dargestellt), die im Fahrzeug 200 vorgesehen ist, gebremst wird und die Bremsfunktion vorübergehend an einer Steigung gehalten wird. Auf diese Weise wird das Abrutschen beim Anfahren an der Steigung unterdrückt und das Fahrzeug 200 fährt in die gewünschte Fahrtrichtung.

**[0042]** Gemäß dieser Form kann bei der Notlaufsteuerung bei Ausfall des Sekundärbatteriewandlers 45 und im ersten Zustand des Fahrzeuges 200 die regenerative elektrische Leistung des Antriebsmotors MG2 durch Einspeisung des Blindstromes in den Luftkompressor MG1 verbraucht werden, eine Bremskraft zur Unterdrückung der Rückwärtsfahrt des Fahrzeuges 200 kann erhalten werden und das Fahrzeug 200 kann in der geforderten Fahrtrichtung fahren. Wenn die Rückwärtsdrehung des Luftkompressors MG1 erfasst wird, wird der Blindstrom nach der Erkennung der Rückwärtsdrehung nicht zugeführt. Damit ist es möglich, ein so genanntes Sekundärversagen zu unterdrücken, bei dem neben dem Ausfall des Sekundärbatteriewandlers 45 auch der Luftkompressor MG1 ausfällt. Der Ausfall des Luftkompressors MG1 umfasst z.B. den Ausfall eines Lagers des im Luftkompressor MG1 enthaltenen Lagers aufgrund der Umkehrung der Drehrichtung.

#### B. Zweite Ausführungsform

**[0043]** Fig. 3 zeigt einen Notlaufsteuerungsprozess einer zweiten Ausführungsform. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dadurch, dass die zweite Ausführungsform mit dem Prozess von Schritt S80, Schritt S82, Schritt S84 und Schritt S86 zwischen Schritt S60 und Schritt S90 in Fig. 2 der ersten Ausführungsform ausgestaltet ist. Da die Konfiguration des Brennstoffzellensystems 100 und des Fahrzeuges 200 der zweiten Ausführungsform und die anderen Schritte der Notlaufsteuerung gleich sind, wird deren Beschreibung weggelassen.

**[0044]** Nach Versorgung des Luftkompressors MG1 mit dem Blindstrom in Schritt S60 bestimmt die Steuereinheit 61 in Schritt S80, ob die kontinuierliche Anlegezeit nach dem Start des Anlegens des Blindstroms an den Luftkompressor MG1 gleich oder größer ist als eine im Voraus festgelegte erste Zeit T1. Die kontinuierliche Anlegezeit ist z.B. eine verstrichene Zeit nach dem Anlegen des Blindstromes im Schritt S40. Die erste Zeit T1 wird im Voraus durch Experimente oder Simulationen ermittelt, indem die Beziehung zwischen der Blindstromanlegezeit, der Temperatur des Luftkompressors MG1 und dem Temperaturbereich, in dem die Leistungsver schlechterung des Luftkompressors MG1 unterdrückt werden kann, verwendet wird. Die erste Zeit T1 kann z.B. 5 Sekunden betragen.

**[0045]** Wenn die kontinuierliche Anlegezeit kürzer ist als die erste Zeit T1 (Schritt S80, NEIN), fährt die Steuereinheit 61 mit dem Prozess in Schritt S90 fort.

**[0046]** Wenn die kontinuierliche Anlegezeit gleich oder länger als die erste Zeit T1 ist (Schritt S80, JA), stoppt die Steuereinheit 61 das Anlegen des Blindstroms an den Luftkompressor MG1 in Schritt S82. Der Fall, in dem die Bestimmung in Schritt S80 positiv ausfällt, ist der Fall, in dem der Niederdrückbetrag des Gaspedals 201 extrem geringer ist als der Niederdrückbetrag, der beim Anfahren des Fahrzeuges an der Steigung erwartet wird. Während die Versorgung mit dem Blindstrom gestoppt ist, kann die Steuereinheit 61 bewirken, dass ein nicht abgebildetes, im Fahrzeug 200 eingebautes Anzeigegerät oder Soundgerät usw. den Bediener mit Informationen versorgt, die den Bediener auffordern, das Bremspedal 202 zu treten. Andernfalls kann während des Anhaltens des Blindstroms jedes Rad durch eine nicht dargestellte, im Fahrzeug 200 installierte Bremssteuervorrichtung gebremst werden, um die Bremsfunktion an der Steigung vorübergehend aufrechtzuerhalten.

**[0047]** In Schritt S84 bestimmt die Steuereinheit 61, ob die Zeit (kontinuierliche Stopzeit) nach dem Stoppen der Versorgung mit dem Blindstrom gleich oder größer als eine vorgegebene zweite Zeit T2 ist. Die zweite Zeit T2 wird im Voraus durch Experimente oder Simulationen ermittelt, indem die Beziehung zwischen der Bestromungs-Stopzeit des Blindstroms, nachdem die kontinuierliche Anlegezeit gleich oder größer als die erste Zeit T1 wird, der Temperatur des Luftkompressors MG1 und dem Temperaturbereich, in dem die Leistungsver schlechterung des Luftkompressors MG1 unterdrückt werden kann, verwendet wird. Die zweite Zeit T2 beträgt z.B. 10 Sekunden oder mehr, oder 15 Sekunden oder mehr.

**[0048]** Wenn die kontinuierliche Stopzeit kürzer ist als die zweite Zeit T2 (Schritt S84, NEIN), kehrt die

Steuereinheit 61 zu Schritt S82 zurück und stoppt weiterhin das Anlegen des Blindstroms. Wenn die kontinuierliche Stoppzeit gleich oder größer als die zweite Zeit T2 ist (Schritt S84, JA), fährt die Steuereinheit 61 mit dem Prozess in Schritt S86 fort, um das Anlegen des Blindstroms wieder zu starten, und führt die Prozesse von Schritt S60 und fortfolgende wieder aus.

**[0049]** Mit dieser Form kann eine Überhitzung des Luftkompressors MG1 unterdrückt werden. Damit ist es möglich, neben dem Ausfall des Sekundärbatteriewandlers 45 auch ein durch Überhitzung verursachtes Sekundärversagen des Luftkompressors MG1 zu unterdrücken.

### C. Andere Ausführungsformen

**[0050]** In der obigen Ausführungsform liefert die Steuereinheit 61 zunächst den Blindstrom über die Ausgabe der Sekundärbatterie 50 an den Luftkompressor MG1 und erhält in Schritt S50 von der Einheit 64 zur Erfassung der Rückwärtsdrehung die Information, ob der Luftkompressor MG1 in umgekehrter Richtung dreht (**Fig. 2, Fig. 3**). Wenn der Luftkompressor MG1 in umgekehrter Drehrichtung dreht, verbietet die Steuereinheit 61 das Anlegen des Blindstromes. Stattdessen kann die Steuereinheit 61 auch nach dem Anlegen des Blindstromes an den Luftkompressor MG1 mit der regenerativen elektrischen Leistung in Schritt S60 von der Einheit 64 zur Erfassung der Rückwärtsdrehung sequentiell Informationen darüber erhalten, ob der Luftkompressor MG1 in umgekehrter Richtung dreht. Wenn der Luftkompressor MG1 in umgekehrter Richtung dreht, kann das Anlegen des Blindstroms nach der Rückwärtsdrehung untersagt werden (Schritt S50, Schritt S70).

**[0051]** In der oben beschriebenen Ausführungsform bestimmt die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands anhand der Erfassungsergebnisse des Fahrpedalsensors 101, des Schaltpositionssensors 103 und des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 104, ob sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet. Im Gegensatz dazu kann z.B. die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands anhand eines Beschleunigungssensors und eines Positionssensors, der die Position des Fahrzeugs 200 misst, feststellen, dass sich das Fahrzeug 200 an der Steigung befindet, und die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands kann feststellen, dass sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet, wenn ein Zustand erfasst wird, in dem eine Regeneration im Vier-Quadranten-Betrieb stattfindet. Der Beschleunigungssensor und der Positionssensor sind im Fahrzeug 200 vorgesehen und nicht abgebildet. Beispielsweise kann die Einheit 63 zur Bestimmung des ersten Zustands feststellen, dass sich das Fahrzeug 200 im ersten Zustand befindet, wenn die

aktuelle Position des Fahrzeugs 200 an der Steigung liegt, das Ausgangsdrehmoment des Antriebsmotors MG2 positiv ist und die Drehzahl des Antriebsmotors MG2 pro vorbestimmter Zeit negativ ist.

### Patentansprüche

1. In einem Fahrzeug (200) installiertes Brennstoffzellensystem (100), wobei das Brennstoffzellensystem (100) aufweist:

- eine Brennstoffzelle (10);
- eine Sekundärbatterie (50);
- eine Last (MG1, MG2), die einen Antriebsmotor (MG2), der eine Funktion eines Motors hat, der eine Antriebskraft des Fahrzeugs (200) erzeugt, sowie eine Funktion eines Generators, der eine regenerative elektrische Leistung erzeugt, und einen Luftkompressor (MG1) umfasst, der so konfiguriert ist, dass er der Brennstoffzelle (10) durch Drehen in einer Richtung Sauerstoff zuführt;
- einen Brennstoffzellenwandler (20), der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Brennstoffzelle (10) verstärkt und elektrische Leistung an die Last (MG1, MG2) abgibt;
- einen Sekundärbatteriewandler (45), der zwischen der Sekundärbatterie (50) und der Last (MG1, MG2) angeordnet ist, der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Sekundärbatterie (50) verstärkt und elektrische Leistung an die Last (MG1, MG2) abgibt, und der so konfiguriert ist, dass er elektrische Leistung von der Last (MG1, MG2) zum Laden der Sekundärbatterie (50) heruntertransformiert;
- eine Fehlererfassungseinheit (62), die so konfiguriert ist, dass sie einen Betriebsfehler des Sekundärbatteriewandlers (45) erfasst;
- eine Einheit (63) zur Bestimmung eines ersten Zustands, die so konfiguriert ist, dass sie bestimmt, ob sich das Fahrzeug (200) in einem ersten Zustand befindet, in dem eine tatsächliche Fahrtrichtung, die eine tatsächliche Richtung ist, in der sich das Fahrzeug (200) bewegt, und eine geforderte Fahrtrichtung, die auf Basis einer Drehrichtung des Antriebsmotors (MG2) angenommen wird, nicht übereinstimmen;
- eine Einheit (64) zur Erfassung einer Rückwärtsdrehung, die so konfiguriert ist, dass sie eine Rückwärtsdrehung erfasst, die eine Drehung in einer Richtung entgegengesetzt zu der einen Richtung in dem Luftkompressor (MG1) ist; und
- eine Steuereinheit (61), die so konfiguriert ist, dass sie die Brennstoffzelle (10), den Brennstoffzellenwandler (20) und den Sekundärbatteriewandler (45) steuert, wobei die Steuereinheit (61) konfiguriert ist, um, wenn ein Betriebsausfall des Sekundärbatteriewandlers (45) erfasst wird, die Zufuhr von elektrischer Leistung zu der Last (MG1, MG2) über den Brennstoffzellenwandler (20) zu stoppen und eine Notlaufsteuerung für die Zufuhr von elektrischer

Leistung von der Sekundärbatterie (50) zu dem Antriebsmotor (MG2) durchzuführen, wobei sich der Sekundärbatteriewandler (45) in einem leitenden Zustand befindet, wobei die Steuereinheit (61) konfiguriert ist, um bei der Notlaufsteuerung:  
die Regeneration des Antriebsmotors (MG2) zu verhindern, wenn sich das Fahrzeug (200) nicht im ersten Zustand befindet;  
einen Blindstrom an den Luftkompressor (MG1) anzulegen, um den Luftkompressor (MG1) zu veranlassen, regenerative elektrische Leistung des Antriebsmotors (MG2) zu verbrauchen, wenn sich das Fahrzeug (200) im ersten Zustand befindet; und den Blindstrom nicht an den Luftkompressor (MG1) anzulegen, nachdem die Rückwärtsdrehung des Luftkompressors (MG1) erfasst wurde, wenn der Blindstrom an den Luftkompressor (MG1) angelegt wird und die Rückwärtsdrehung erfasst wird.

2. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit (61) so konfiguriert ist, dass sie, wenn die Rückwärtsdrehung des Luftkompressors (MG1) bei der Notlaufsteuerung nicht erfasst wird:  
das Anlegen des Blindstroms stoppt, wenn eine kontinuierliche Anlegezeit nach dem Start des Anlegens des Blindstroms an den Luftkompressor (MG1) eine vorbestimmte erste Zeit erreicht hat; und  
das Anlegen des Blindstroms erneut startet, wenn eine Stoppzeit nach dem Stoppen des Anlegens des Blindstroms eine vorbestimmte zweite Zeit erreicht hat.

3. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der Luftkompressor (MG1) ein Turboluftkompressor ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

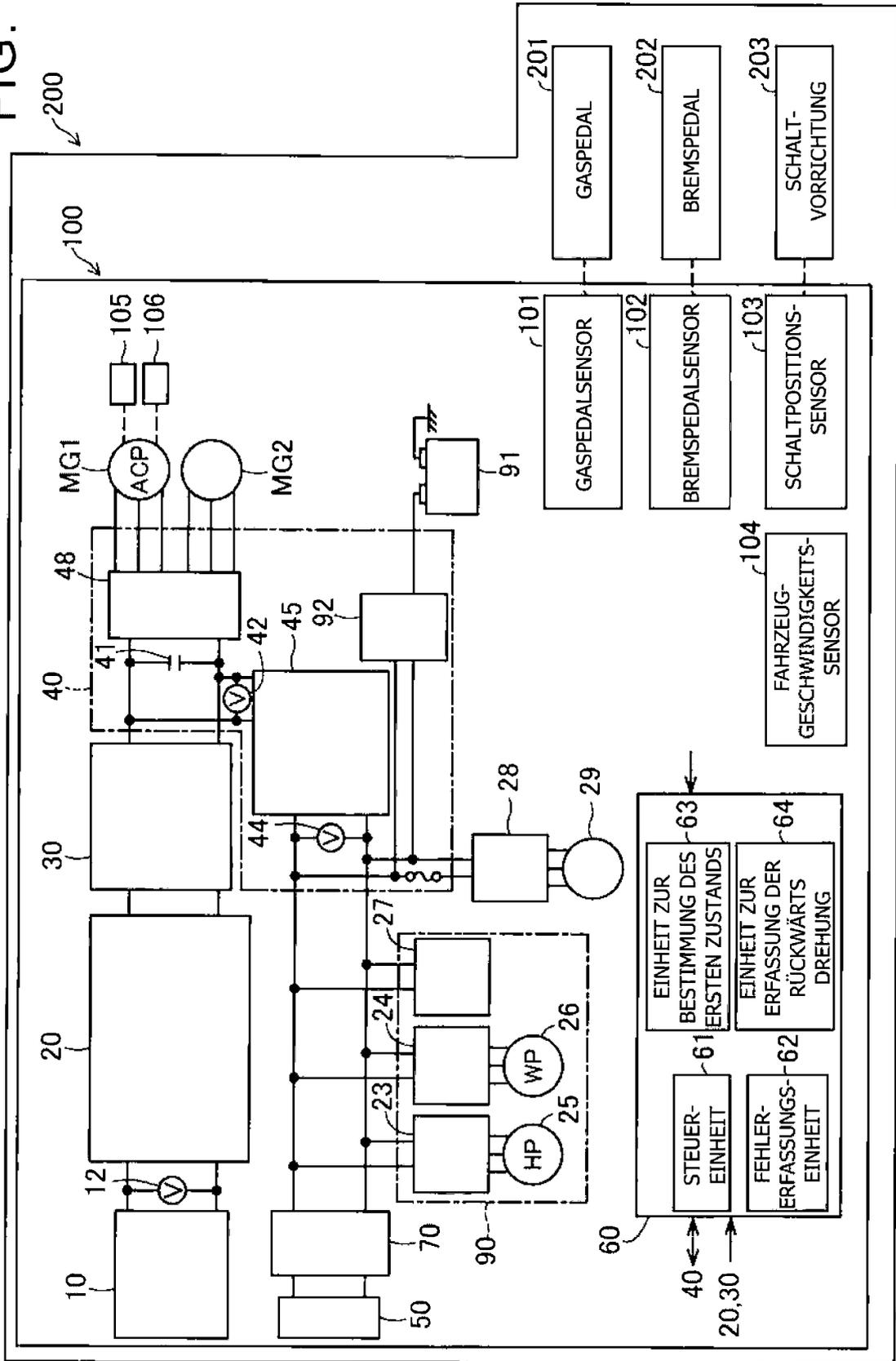


FIG. 2

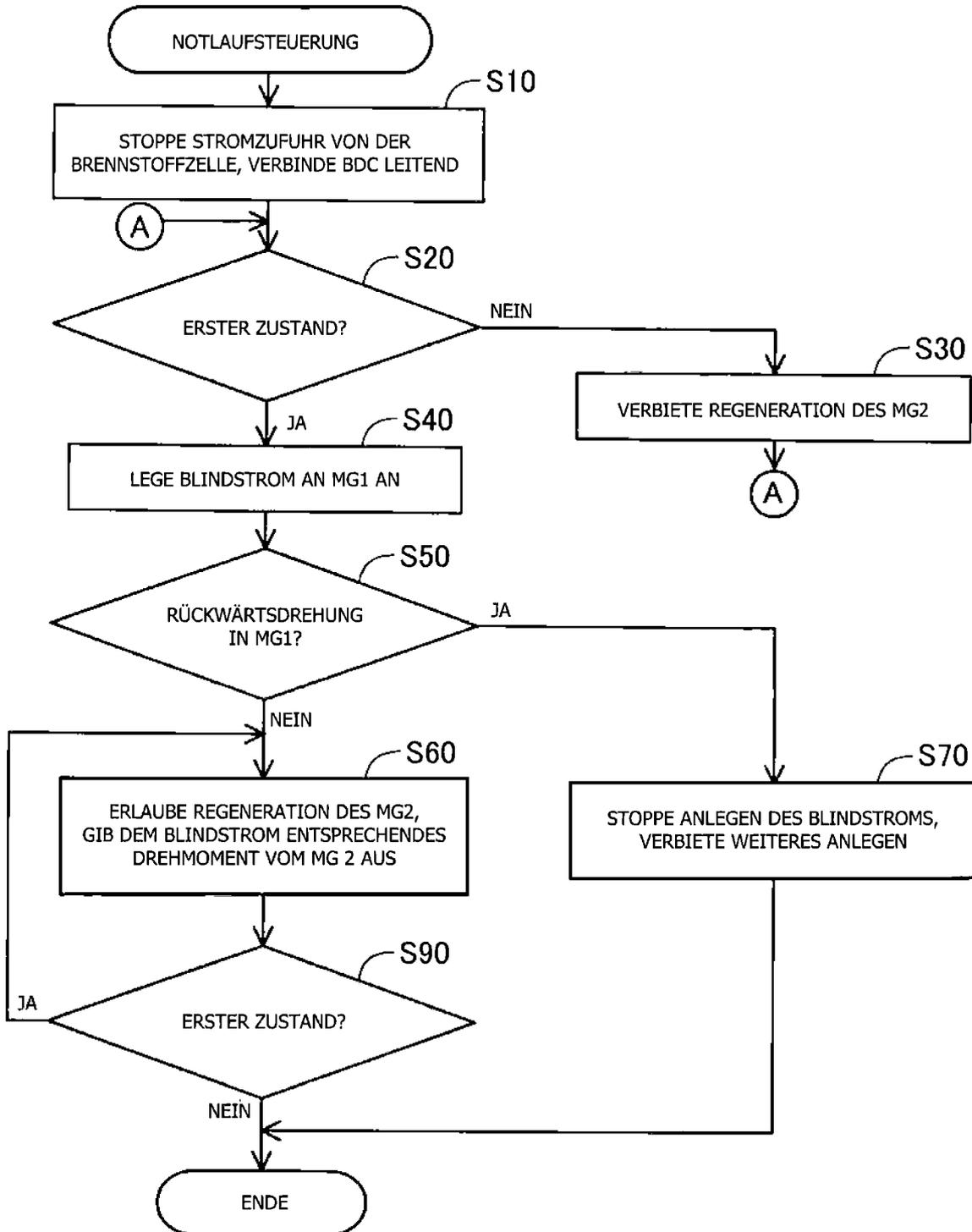


FIG. 3

