



(10) **DE 10 2015 117 180 A1** 2016.05.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 117 180.5**

(22) Anmeldetag: **08.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2016**

(51) Int Cl.: **H01M 8/04694 (2016.01)**
H01M 8/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-227684 10.11.2014 JP

(71) Anmelder:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

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

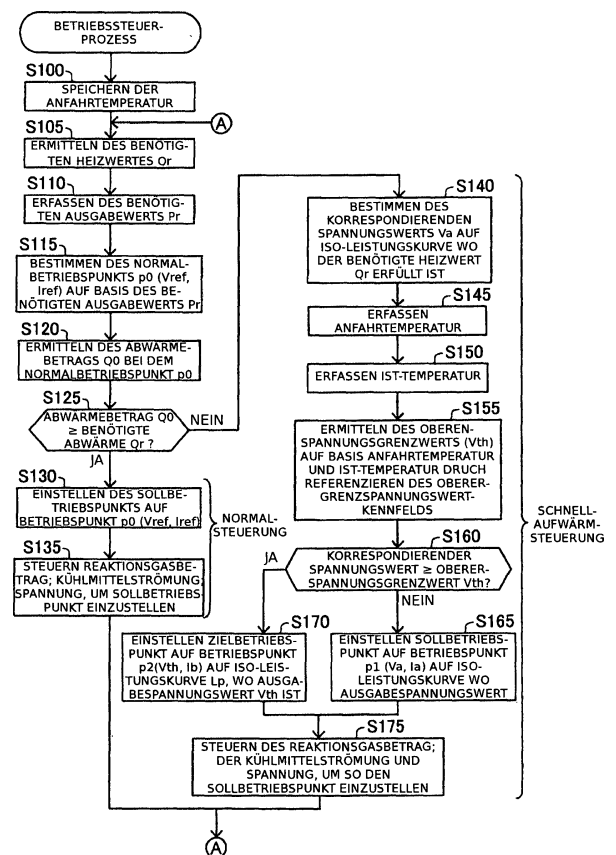
(72) Erfinder:
**Naganuma, Yoshiaki, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Toida, Masashi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Ogawa,
Tomohiro, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Maruo,
Tsuyoshi, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Betriebssteuerverfahren für eine Brennstoffzelle und Betriebssteuervorrichtung für eine Brennstoffzelle**

(57) Zusammenfassung: Das Betriebssteuerverfahren für eine Brennstoffzelle enthält ein Erfassen einer Anfahrtemperatur der Brennstoffzelle; ein Erfassen einer Ist-Temperatur der Brennstoffzelle; ein Einstellen eines aktuellen Sollbetriebspunktes der Brennstoffzelle, der durch einen Ausgabespannungswert und einen Ausgabestromwert auf Basis der Anfahrtemperatur oder auf Basis der Anfahrtemperatur und der Ist-Temperatur ermittelt wird; ein Steuern einer Strömung des Reaktionsgases, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, und/oder einer Ausgabespannung der Brennstoffzelle, so dass der Betriebspunkt der Brennstoffzelle der Sollbetriebspunkt wird, wobei das Einstellen des Sollbetriebspunktes einen Einstellprozess eines Betriebspunktes enthält, der einen niedrigen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Anfahrtemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrtemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleich ist.



Beschreibung**KURZFASSUNG****QUERVERWEIS AUF
VERWANDTE ANMELDUNGEN**

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der am 10. November 2014 eingereichten japanischen Patentanmeldung JP 2014-227684, deren gesamte Offenbarung hierin vollständig durch Bezugnahme aufgenommen ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG**Technisches Gebiet**

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Betriebssteuerung für eine Brennstoffzelle.

Stand der Technik

[0003] Es wurde eine Technologie vorgeschlagen, bei welcher, um die Stabilität während eines Anfahrens einer Brennstoffzelle in einer Niedrigtemperaturumgebung, wie beispielsweise unter dem Gefrierpunkt, zu verbessern, die Abwärme durch ein Betreiben der Brennstoffzelle bei einer niedrigeren Effizienz als während eines Normalbetriebs erhöht wird und die Brennstoffzelle in einer kurzen Zeitspanne erwärmt wird. In dem Brennstoffzellensystem gemäß der JP 2010-186599 A wird das Volumen des Restwassers in der Brennstoffzelle auf Basis der Impedanz der Brennstoffzelle, die während eines Anfahrens gemessen wurde, oder des Betrags der Reiniungsluft ermittelt, und falls das Volumen des Restwasser hoch ist und die Temperatur der Brennstoffzelle während eines Anfahrens niedrig ist, wird der Niedrig-Effizienz-Betrieb durchgeführt, während die Zirkulation des Kühlmittels im Inneren der Brennstoffzelle gestoppt wird.

[0004] Die Erfinder der Anmeldung haben jedoch ein neues Problem bemerkt, bei dem, falls der Spannungswert des Sollbetriebspunktes der Brennstoffzelle während eines Niedrig-Effizienz-Betriebs hoch ist, die Menge an Wasser, die erzeugt wird bis die Brennstoffzelle aufgeheizt ist und den Gefrierpunkt übersteigt, hoch wird und die Abwärme gering wird, was zu einem Gefrieren des generierten Wassers und einer Verschlechterung der Diffusion von Reaktionsgas im Inneren der Brennstoffzelle führt, wodurch eine signifikante Abnahme der Ausgabestabilität bzw. Leistungsstabilität der Brennstoffzelle hervorgerufen wird. Wenn die Ist-Temperatur der Brennstoffzelle die gleiche ist, aber die Anfahrttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes und daher bei einem relativ niedrigen Wert ist, tritt darüber hinaus auch das Problem eines Wieder-Gefrierens auf.

[0005] Die vorliegende Erfindung wurde realisiert, um zumindest einige der oben beschriebenen Probleme zu lösen, und kann in den unten beschriebenen Aspekten implementiert werden.

(1) Gemäß einer Form der vorliegenden Erfindung wird ein Betriebsverfahren für eine Brennstoffzelle vorgeschlagen. Das Verfahren enthält ein Erfassen einer Anfahrttemperatur der Brennstoffzelle, ein Erfassen einer Ist-Temperatur der Brennstoffzelle, ein Einstellen eines Sollbetriebspunktes der Brennstoffzelle, der durch einen Ausgabespannungswert und einen Ausgabestromwert der Brennstoffzelle auf Basis der Anfahrttemperatur oder auf Basis der Anfahrttemperatur und der Ist-Temperatur ermittelt wird, und ein Steuern einer Strömungsrate von Reaktionsgas, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, und/oder einer Ausgabespannung der Brennstoffzelle, so dass der Betriebspunkt der Brennstoffzelle der Sollbetriebspunkt wird, wobei das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen eines Betriebspunktes enthält, der einen niedrigen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist. Gemäß des Betriebssteuerverfahrens der Brennstoffzelle dieses Aspektes, da ein Sollbetriebspunkt, der einen niedrigen Ausgabespannungswert hat, eingestellt wird, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, solange die Ist-Temperatur die gleiche ist, der Betrag an Wasser, der in der Brennstoffzelle generiert wird, im Vergleich zu einer Konfiguration reduziert werden kann, bei der ein Sollbetriebspunkt, der einen konstanten Ausgabespannungswert hat, unabhängig von der Anfahrttemperatur eingestellt wird, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist und einer Konfiguration, bei der ein Sollbetriebspunkt, der einen hohen Ausgabespannungswert hat, eingestellt wird, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist. Ein Gefrieren des generierten Wassers kann durch ein weiteres Erhöhen des Abwärmebetrags verhindert werden. Dadurch kann die Verschlechterung der Diffusion des Reaktionsgases während eines Anfahrens der Brennstoffzelle in einer Niedrigtemperaturumgebung verhindert werden.

(2) Bei dem Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle gemäß des obigen Aspektes enthält das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen eines Betriebspunktes, der einen hohen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Ist-Temperatur im Vergleich zu dem Fall hoch ist, wenn die Ist-Temperatur niedrig ist, falls die Anfahrttemperatur die gleiche

ist. Je höher die Ist-Temperatur ist, desto geringer ist der benötigte Wärmebetrag, um die Brennstoffzelle auf eine vordefinierte Temperatur zu erwärmen. Daher kann gemäß diesem Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach diesem Aspekt, da ein Betriebspunkt eingestellt wird, der einen hohen Ausgabespannungswert als der Sollbetriebspunkt hat, bzw. da ein Betriebspunkt als der Sollbetriebspunkt eingestellt wird, der einen hohen Ausgabespannungswert hat, wenn die Ist-Temperatur im Vergleich zu dem Fall hoch ist, wenn die Ist-Temperatur niedrig ist, falls die Anfahrttemperatur die gleiche ist, die Brennstoffzelle dazu gebracht werden, einen Hoch-Effizienz-Betrieb durchzuführen, im Vergleich zu einer Konfiguration, bei der der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes auf einen konstanten Wert unabhängig von dem Wert der Ist-Temperatur eingestellt wird. Daher kann eine Verschlechterung des Kraftstoffverbrauchs der Brennstoffzelle verhindert werden.

(3) In dem Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle des obigen Aspektes wird das Einstellen des Sollbetriebspunktes ausgeführt, wenn die Anfahrttemperatur 0 Grad Celsius oder unterhalb ist. Gemäß des Betriebssteuerverfahrens für die Brennstoffzelle nach diesem Aspekt wird der Prozess eines Einstellens des Sollbetriebspunktes ausgeführt, wenn das generierte Wasser gefriert und die Gasdiffusion dazu neigt niedrig zu sein, da die Anfahrttemperatur 0 Grad Celsius oder niedriger ist, was dazu führt, dass die Verschlechterung der Gasdiffusion aufgrund eines Gefrierens des generierten Wassers mit einer höheren Wahrscheinlichkeit verhindert werden kann.

(4) In dem Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach dem obigen Aspekt enthält das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen des Sollbetriebspunktes, so dass der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes niedriger als der Ausgabespannungswert eines Normalbetriebspunktes wird, der ein Schnittpunkt einer ISO-Leistungskurve, die durch den Sollbetriebspunkt läuft, und einer Strom-Spannungs-Charakteristik-Kurve der Brennstoffzelle ist. Gemäß des Betriebssteuerverfahrens für die Brennstoffzelle nach diesem Aspekt kann, da ein Betriebspunkt, der einen niedrigen Ausgabespannungswert hat, eher als der Sollbetriebspunkt eingestellt wird als ein Betriebspunkt auf der Strom-Spannungs-Charakteristik-Kurve, ein großer Betrag der Abwärme im Vergleich zu dem Fall erreicht werden, wenn der Betriebspunkt der Brennstoffzelle in dem Steuerprozess ein Normalbetriebspunkt ist. Daher kann ein Gefrieren von generiertem Wasser weiter verhindert werden.

(5) In dem Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach dem obigen Aspekt enthält das Steuern einen Prozess, in dem im Vergleich zu einem Fall, in dem der Betriebspunkt der Brenn-

stoffzelle mit dem Normalbetriebspunkt übereinstimmt, die Strömungsrate der Reaktionsgases, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, reduziert wird, und ein Niedrig-Effizienz-Betrieb ausgeführt wird, in dem der Leistungsverlust im Vergleich zu dem Betrieb bei dem Normalbetriebspunkt hoch ist. Gemäß des Betriebssteuerverfahrens für die Brennstoffzelle nach diesem Aspekt kann der Betrag der Abwärme der Brennstoffzelle erhöht werden, da der Niedrig-Effizienz-Betrieb durchgeführt wird, indem der Betrag des Reaktionsgases reduziert wird.

(6) Das Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzellen nach dem obigen Aspekt enthält weiter ein Speichern im Voraus in einer Speichervorrichtung eines oberen Grenzwerts eines Ausgabespannungswertes des Sollbetriebspunktes, der mit der Anfahrttemperatur und der Ist-Temperatur übereinstimmt, wobei das Speichern ein Speichern eines niedrigen Wertes als den oberen Grenzwert in der Speichervorrichtung enthält, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist, und das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen des Sollbetriebspunktes enthält, so dass der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes gleich oder niedriger als der obere Grenzwert des Ausgabespannungswertes wird, der durch die Anfahrttemperatur und die Ist-Temperatur ermittelt wird. Gemäß des Betriebssteuerverfahrens für die Brennstoffzelle nach diesem Aspekt kann, da ein niedriger Wert als der obere Grenzwert des Ausgabespannungswertes des Sollbetriebspunktes eingestellt wird, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, kann die Wahrscheinlichkeit eines Einstellens eines Sollbetriebspunktes erhöht werden, der einen niedrigen eingestellten Ausgabespannungswert hat, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, solange die Ist-Temperatur die gleiche ist.

[0006] Die vorliegende Erfindung kann in anderen verschiedenen Aspekten implementiert werden. Beispielsweise kann die vorliegende Erfindung in Aspekten wie einem Verfahren zum Einstellen eines Sollbetriebspunktes für eine Brennstoffzelle; einem Brennstoffzellensystem; und einem Brennstoffzellenfahrzeug, an dem ein Brennstoffzellensystem angebracht ist, implementiert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das eine schematische Konfiguration eines Brennstoffzellensystems, bei dem ein Betriebssteuerverfahren für eine Brennstoffzelle verwendet wird, als eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, darstellt;

[0008] Fig. 2 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein I-P-Kennfeld darstellt;

[0009] Fig. 3 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein Oberer-Grenzspannungswert-Kennfeld darstellt;

[0010] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das ein Vorgehen eines Betriebssteuerprozesses gemäß der vorliegenden Ausführungsform darstellt;

[0011] Fig. 5 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein Verfahren zum Bestimmen eines Abwärmebetrags einer Brennstoffzelle während eines Betriebs bei einem Normalbetriebspunkt darstellt;

[0012] Fig. 6 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein Beispiel des Prozessergebnisses aus einem Schritt S140 darstellt;

[0013] Fig. 7 ist ein erklärendes Diagramm, das ein Beispiel eines in dem Schritt S170 eingestellten Sollbetriebspunktes darstellt;

[0014] Fig. 8A ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch eine erste Form des Einstellens eines Sollbetriebspunktes in einer Modifikation darstellt; und

[0015] Fig. 8B ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch eine zweite Form des Einstellens eines Sollbetriebspunktes in einer Modifikation darstellt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

A. Ausführungsform:

A1. Systemkonfiguration:

[0016] Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das eine schematische Konfiguration eines Brennstoffzellensystems, bei dem ein Betriebssteuerverfahren einer Brennstoffzelle angewendet wird, als eine erste Ausführungsform der Erfindung darstellt. In der vorliegenden Ausführungsform wird das Brennstoffzellensystem **100** als ein an einem Brennstoffzellenfahrzeug angebrachtes System zum Zuführen der Antriebsleistung verwendet. Das Brennstoffzellensystem **100** enthält eine Brennstoffzelle **10**, ein Brenngaszufuhr und -auslasssystem **120**, ein Oxidationsgaszufuhr und -auslasssystem **130**, ein Kühlmittelzirkulationssystem **140**, ein Leistungszufuhrsystem **150** und eine Betriebssteuervorrichtung **60**.

[0017] Die Brennstoffzelle **10** ist eine so genannte Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle, die eine Mehrzahl von Einheitszellen enthält, die entlang einer vordefinierten Richtung gestapelt sind, ein Paar von Stromkollektorplatten, die als integrierte Elek-

troden fungieren, und ein Paar von Endplatten, die an der Außenseite beider Enden eines Brennstoffzellenstapels angeordnet sind, um die Stapelbedingung des Brennstoffzellenstapels beizubehalten, die aus der Mehrzahl von Einheitszellen und dem Paar von Stromkollektorplatten gebildet ist. Jede Einheitszelle enthält eine Fest-Polymer-Elektrolyt-Membran, eine anodenseitige Katalysator-Elektroden-Schicht und eine kathodenseitige Katalysator-Elektroden-Schicht. Die anodenseitige Katalysator-Elektroden-Schicht und die kathodenseitige Katalysator-Elektroden-Schicht klemmen die Fest-Polymer-Elektrolyt-Membran ein. Jede Einheitszelle generiert Strom bzw. Leistung durch eine elektrochemische Reaktion zwischen Wasserstoff, das ein an der anodenseitigen Katalysator-Elektroden-Schicht zugeführtes Brenngas ist, und Sauerstoff, der in der Luft enthalten ist, der ein zu einer kathodenseitigen Katalysator-Elektroden-Schicht zugeführtes Oxidationsgas ist. Die Katalysator-Elektroden-Schicht enthält einen Katalysator, wie beispielsweise Kohlenstoffpartikel aufnehmendes Platin (Pt), und einen Elektrolyt. In der Einheitszelle ist eine durch einen durchlässigen Körper ausgebildete Gasdiffusionsschicht an der Außenseite der Katalysator-Elektroden-Schicht an beiden Elektrodenseiten angeordnet. Als der durchlässige Körper können beispielsweise ein durchlässiger Kohlenstoffkörper, wie beispielsweise Kohlenstoffpapier und Kohlenstoffgewebe, etc. oder ein durchlässiger Metallkörper, wie beispielsweise ein Metallgewebe oder ein Metallschaum, etc. verwendet werden.

[0018] Im Inneren der Brennstoffzelle **10** ist ein Sammelrohr, das in dem Diagramm nicht dargestellt ist, für die Zirkulation des Brenngases, des Oxidationsgases und des Kühlmediums entlang der Stapelrichtung der Einheitszelle ausgebildet.

[0019] Das Brenngaszufuhr- und auslasssystem **120** führt eine Zufuhr des Brenngases zu der Brennstoffzelle **10** und einen Auslass des anodenseitigen Abgases von der Brennstoffzelle **10** durch. Das Brenngaszufuhr und -auslasssystem **120** enthält einen Wasserstofftank **20**, ein Absperrventil **21**, einen Injektor **22**, einen Gas-Flüssigkeits-Separator **23**, eine Zirkulationspumpe **24**, ein Entlüftungsventil **25**, einen Brenngaszufuhrweg **26**, einen ersten Brenngasauslassweg **27**, einen Brenngaszirkulationsweg **28** und einen zweiten Brenngasauslassweg **29**.

[0020] Der Wasserstofftank **20** speichert Hochdruck-Wasserstoff und führt Wasserstoffgas als ein Brenngas der Brennstoffzelle **10** über den Brenngaszufuhrweg **26** zu. Das Absperrventil **21** ist nahe bei einer Auslassöffnung des Brenngases in dem Wasserstofftank **20** angeordnet und wechselt zwischen einem Zuführen und einem Stoppen der Zufuhr von Wasserstoffgas von dem Wasserstofftank **20**. Der Injektor **22** ist in dem Brenngaszufuhrweg **26** angeordnet und passt den Zufuhrbetrag und Druck des Was-

serstoffgases zu der Brennstoffzelle **10** an. Der Gas-Flüssigkeits-Separator **23** ist in dem ersten Brenngasauslassweg **27** angeordnet und trennt das Wasser, das in dem von der Brennstoffzelle **10** ausgehenden Abgas enthalten ist, ab und lässt es zu dem zweiten Brenngasauslassweg **29** aus und lässt gleichzeitig das Gas nach der Trennung von Wasser, d. h. das Brenngas, zu dem Brenngaszirkulationsweg **28** aus. Die Zirkulationspumpe **24** ist in dem Brenngaszirkulationsweg **28** angeordnet und führt das Brenngas, das von dem Gas-Flüssigkeits-Separator **23** ausgelassen wurde, dem Brenngaszufuhrweg **26** zu. Das Entlüftungsventil **25** ist in dem zweiten Brenngasauslassweg **29** angeordnet und wenn es geöffnet ist, kann das Wasser, das durch den Gas-Flüssigkeits-Separator **23** getrennt wurde, an die Atmosphäre ausgelassen werden.

[0021] Das Oxidationsgaszufuhr und -auslasssystem **130** führt eine Zufuhr des Oxidationsgases zu der Brennstoffzelle **10** und einen Auslass des kathodenseitigen Abgases von der Brennstoffzelle **10** durch. Das Oxidationsgaszufuhr und -auslasssystem **130** enthält einen Luftfilter **30**, ein Gegendruck-Regelventil **31**, einen Oxidationsgaszufuhrweg **32** und einen Oxidationsgasauslassweg **33**. Der Luftkompressor **30** verdichtet die Luft, die aus der Atmosphäre eingesaugt wird, und führt sie dem Oxidationsgaszufuhrweg **32** zu. Das Gegendruck-Regelventil **31** ist in dem Oxidationsgasauslassweg **33** angeordnet und passt den sogenannten Gegendruck bzw. Rückdruck an, welcher der Druck an der Kathodenauslassseite der Brennstoffzelle **10** ist.

[0022] Das Kühlmittelzirkulationssystem **140** passt die Temperatur der Brennstoffzelle **10** durch ein Zirkulieren des Kühlmittels durch die Brennstoffzelle **10** an. Das Kühlmittelzirkulationssystem **140** enthält einen Radiator **40**, einen Kühlmittelauslassweg **43**, einen Kühlmittelzufuhrweg **44**, eine Zirkulationspumpe **42** und einen Temperatursensor **45**. Der Radiator **40** ist mit dem Kühlmittelauslassweg **43** und dem Kühlmittelzufuhrweg **44** verbunden und kühlt das Kühlmittel, das aus dem Kühlmittelauslassweg **43** mit Hilfe des Druckluftstroms von einem elektrisch angetriebenen Fan einströmt, und lässt es zu dem Kühlmittelzufuhrweg **44** aus. Der Kühlmittelauslassweg **43** ist mit einem Kühlmittelauslasssammelrohr im Inneren der Brennstoffzelle **10** verbunden. Der Kühlmittelzufuhrweg **44** ist mit einem Kühlmittelzufuhrsammelrohr im Inneren der Brennstoffzelle **10** verbunden. Daher ist der Zirkulationsweg des Kühlmittels durch den Kühlmittelauslassweg **43**, den Radiator **40**, den Kühlmittelzufuhrweg **44** und das Sammelrohr im Inneren der Brennstoffzelle **10** ausgebildet. Der Temperatursensor **45** ist nahe bei der Brennstoffzelle **10** in dem Kühlmittelauslassweg **43** angeordnet. Der Temperatursensor **45** misst die Temperatur des Kühlmittels, das von der Brennstoffzelle ausgelassen wird, und gibt ein Signal, das den Temperaturwert anzeigt, aus.

In der vorliegenden Ausführungsform wird die in dem Kühlmittelauslassweg **43** gemessene Temperatur als die Temperatur der Brennstoffzelle **10** verwendet.

[0023] Das Leistungszufuhrsystem bzw. Stromzufuhrsystem **150** führt den von der Brennstoffzelle **10** abgegebenen Strom einem Motor **200** als eine Last zu. Das Leistungszufuhrsystem **150** enthält einen DC-DC-Wandler **210** und einen Strommesser **51**. Der DC-DC-Wandler **210** ist elektrisch mit den Stromkollektorplatten (in der Zeichnung nicht dargestellt) der Brennstoffzelle **10** verbunden. Der DC-DC-Wandler **210** steuert die Ausgabespannung der Brennstoffzelle **10**. Der Strommesser **51** misst den Stromwert der Brennstoffzelle **10**.

[0024] Die Betriebssteuervorrichtung **60** ist elektrisch mit einem Luftkompressor **30**, zwei Zirkulationspumpen **24** und **42**, einem Radiator **40**, einem DC-DC-Wandler **210**, einem Injektor **22** und drei Ventilen **21**, **25** und **31** verbunden und führt eine Steuerung dieser durch. Darüber hinaus ist die Betriebssteuervorrichtung **60** elektrisch mit einem Temperatursensor **45** und einem Strommesser **51** verbunden und empfängt ein Signal, das einen von dem Temperatursensor **45** abgegebenen Temperaturwert anzeigt, und ein Signal, das einen von dem Strommesser **51** abgegebenen Stromwert anzeigt. Die Betriebssteuervorrichtung **60** enthält eine zentrale Recheneinheit (CPU) **61**, einen Festwertspeicher (ROM) **62** und einen Arbeitsspeicher (RAM) **63**. Ein Steuerprogramm (in der Zeichnung nicht dargestellt) zur Steuerung des Brennstoffzellensystems **100** ist in dem ROM **62** gespeichert. Durch ein Ausführen des Steuerprogramms, während der Verwendung des RAM **63**, fungiert die CPU **61** als ein Anfahrtemperaturerfassungsabschnitt **61a**, ein Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b**, ein Normalbetriebsteuerabschnitt **61c**, ein Schnellerwärmesteuerabschnitt **61d** und ein Ist-Temperaturerfassungsabschnitt **61e**.

[0025] Auf der Basis eines von dem Temperatursensor **45** empfangenen Signals unmittelbar nach dem Anfahren der Brennstoffzelle **10**, speichert der Anfahrtemperaturerfassungsabschnitt **61a** in der ROM **62** den Temperaturwert, der durch das Signal als die Anfahrtemperatur der Brennstoffzelle **10** angezeigt wird (nachfolgend bezeichnet als die „Anfahrtemperatur“).

[0026] Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** stellt den Betriebspunkt ein, der das Ziel während der Steuerung der Brennstoffzelle **10** ist (nachfolgend bezeichnet als der „Sollbetriebspunkt“). In der vorliegenden Ausführungsform wird der Betriebspunkt der Brennstoffzelle **10** durch die Ausgabespannung und den Ausgabestrom der Brennstoffzelle **10** ermittelt.

[0027] Der Normalbetriebsteuerabschnitt **61c** berechnet die von den Hilfsgeräten benötigte Ener-

gie, wie beispielsweise des Luftkompressors **30** und des Motors **200** auf der Basis der Gaspedalbetätigung bzw. der Beschleunigeröffnung und der Fahrzeuggeschwindigkeit. Darüber hinaus führt der Normalbetriebssteuerabschnitt **61c** die Normalbetriebsteuerung in dem später beschriebenen Betriebssteuerprozess durch. Bei der Normalbetriebsteuerung wird der durch die Brennstoffzelle **10** generierte Strombetrag durch eine Steuerung des Luftbetrags und des Wasserstoffgases, welche die der Brennstoffzelle zugeführte Reaktionsgase sind, der Zirkulationsströmungsrate des Kühlmittels in der Brennstoffzelle **10** und der Spannung der Brennstoffzelle **10** gesteuert. Genauer steuert der Normalbetriebsteuerabschnitt **61c** den Luftkompressor **30**, den Injektor **22**, die Zirkulationspumpe **42** und den DC-DC-Wandler **210**, so dass der Betriebspunkt der Brennstoffzelle **10** der Sollbetriebspunkt auf der I-V-Eigenschaft-Kurve bzw. der I-V-Kennlinie (der Strom-Spannung-Eigenschaft-Kurve) der Brennstoffzelle **10** wird. Zu diesem Zeitpunkt wird der Zufuhrbetrag an Luft zu der Brennstoffzelle **10** durch ein Steuern der Drehzahl des Luftkompressors **30** angepasst. Darüber hinaus wird der Zufuhrbetrag von Wasserstoffgas zu der Brennstoffzelle **10** durch ein Steuern des Injektors **22** angepasst. Weiter wird die Zirkulationsströmungsrate des Kühlmittels in der Brennstoffzelle **10** durch ein Steuern der Zirkulationspumpe **42** angepasst. Ebenso wird der Ausgabespannungswert der Brennstoffzelle **10** durch ein Steuern des DC-DC-Wandlers **210** angepasst.

[0028] Der Schnellerwärmsteuerabschnitt **61d** führt eine Schnellerwärmsteuerung in dem später beschriebenen Betriebssteuerprozess durch. Die Schnellerwärmsteuerung betrifft die Erhöhung des Leistungserzeugungsverlusts, d. h. den Wärmeverlust, der durch ein Betreiben des Betriebspunktes der Brennstoffzelle **10** an einem von der I-V-Eigenschaft-Kurve verschiedenem Betriebspunkt herbeigeführt wird, um so einen Niedrig-Effizienz-Betrieb durchzuführen. Durch ein Durchführen einer solchen Steuerung kann der Abwärmebetrag der Brennstoffzelle **10** erhöht werden und im Ergebnis kann die Temperatur der Brennstoffzelle **10** schnell auf eine für den Betrieb der Brennstoffzelle **10** passende Temperatur, beispielsweise 70 Grad Celsius bis 100 Grad Celsius, erhöht werden. Die genauen Prozessinhalte einer Schnellerwärmsteuerung und einer Normalbetriebsteuerung werden nachfolgend beschrieben. In dem später beschriebenen Betriebssteuerprozess erfasst der Ist-Temperaturerfassungsabschnitt **61e** auf Basis eines von dem Temperatursensor **45** empfangenen Signals, den Temperaturwert, der durch das Signal als die Ist-Temperatur der Brennstoffzelle **10** angezeigt wird (nachfolgend bezeichnet als die „Ist-Temperatur“).

[0029] Der ROM **62** enthält einen I-P-Kennfeldspeicherabschnitt **62a**, einen Oberen-Grenz-

spannungswert-Kennfeld-Speicherabschnitt **62b** und einen Anfahrttemperaturwertspeicherabschnitt **62c**. Ein I-P-Kennfeld wird zuvor in dem I-P-Kennfeldspeicherabschnitt **62a** gespeichert. Ein Oberer-Grenzspannungswert-Kennfeld wird zuvor in dem Oberen-Grenzspannungswert-Kennfeld-Speicherabschnitt **62** gespeichert. Darüber hinaus werden Daten, welche die I-V-Charakteristiken der Brennstoffzelle **10** darstellen in dem ROM **62** zuvor gespeichert. Der ROM **62** entspricht der Speichervorrichtung der Ansprüche.

[0030] Fig. 2 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein I-P-Kennfeld darstellt. In Fig. 2 zeigt die horizontale Achse einen Stromwert und die vertikale Achse zeigt einen Ausgabewert bzw. Leistungswert, d. h. die elektrische Leistung. In dem I-P-Kennfeld sind die benötigte Ausgabe V_{ref} an die Brennstoffzelle **10** und der Stromwert I_{ref} der Brennstoffzelle **10**, der für eine Erreichung der Ausgabe benötigt wird, korreliert. Ein solches Kennfeld kann beispielsweise wie nachfolgend gezeigt eingestellt werden. D. h., das I-P-Kennfeld kann durch ein vorheriges Ermitteln der I-V-Charakteristik-Kurve der Brennstoffzelle **10** und einem nachfolgendem Bestimmen des Stromwertes des Schnittpunktes zwischen der Iso-Leistungskurve der benötigten Ausgabe und der I-V-Charakteristik-Kurve während eines Veränderns des benötigten Ausgabe eingestellt werden.

[0031] Fig. 3 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein Oberen-Grenzspannungswert-Kennfeld darstellt. In Fig. 3 zeigt die horizontale Achse die Ist-Temperatur und die vertikale Achse zeigt den Oberen-Grenzspannungswert. Der Obere-Grenzspannungswert impliziert den Oberen-Grenzwert des Sollbetriebspunktes während der Ausführung einer Schnellerwärm-Steuerung. Der Sollbetriebspunkt wird in dem später beschriebenen Betriebssteuerprozess eingestellt. In dem Oberen-Grenzspannungswert-Kennfeld wird der Obere-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, zuvor eingestellt. Darüber hinaus wird der Obere-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, gemäß der Anfahrttemperatur eingestellt. In der vorliegenden Ausführungsform wird genauer der Obere-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, gemäß insgesamt acht Varianten von Anfahrttemperaturen eingestellt, die enthalten -30 Grad Celsius, -25 Grad Celsius, -20 Grad Celsius, -15 Grad Celsius, -10 Grad Celsius, -5 Grad Celsius, 0 Grad Celsius und +20 Grad Celsius. In Fig. 3 zeigt die Linie L1 den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur -30 Grad Celsius ist. Die Linie L2 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur -25 Grad Celsius ist. Die Linie L3 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korre-

spondiert, wenn die Anfahrttemperatur -20 Grad Celsius ist. Die Linie L4 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur -15 Grad Celsius ist. Die Linie L5 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur -10 Grad Celsius ist. Die Linie L6 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur -5 Grad Celsius ist. Die Linie L7 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur 0 Grad Celsius ist. Die Linie L8 zeigt den Oberen-Grenzspannungswert, der mit der Ist-Temperatur korrespondiert, wenn die Anfahrttemperatur $+20$ Grad Celsius ist.

[0032] Jede Linie L1 bis L8 wird in einem Ist-Temperaturbereich von -30 Grad Celsius über höher und $+60$ Grad Celsius oder niedriger eingestellt. Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, in dem vorliegenden Temperaturbereich von -30 Grad Celsius oder höher und um $+50$ Grad Celsius oder niedriger wird ein niedriger Oberer-Grenzspannungswert eingestellt, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist. Darüber hinaus wird in dem Ist-Temperaturbereich, der höher als um $+50$ Grad Celsius und $+60$ Grad Celsius oder niedriger ist, ein niedrigerer Oberer-Grenzspannungswert in den zwei Linien L1 und L2 eingestellt, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist. Darüber hinaus wird in dem Ist-Temperaturbereich von -30 Grad Celsius oder höher und um $+50$ Grad Celsius oder niedriger ein höherer Oberer-Grenzspannungswert in allen anderen sieben Linien L1 bis L7, ausgenommen Linie L8 eingestellt, sobald die Ist-Temperatur höher wird. Darüber hinaus wird in dem Ist-Temperaturbereich, der höher als um $+50$ Grad Celsius und $+60$ Grad Celsius oder niedriger ist, ein höherer Oberer-Grenzspannungswert in den zwei Linien L1 und L2 eingestellt, sobald die Ist-Temperatur höher wird.

[0033] Wie oben beschrieben ist, wird der Grund für ein Einstellen eines niedrigeren Oberen-Grenzspannungswerts, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, wenn die Ist-Temperatur in jeder Linie L1 bis L8 die gleiche ist, und der Grund für ein Einstellen eines höheren Oberen-Grenzspannungswerts, sobald die Ist-Temperatur in jeder Linie L1 bis L8 hoch wird, unten beschrieben. Falls die Brennstoffzelle **10** in einer Niedrig-Temperaturumgebung unterhalb des Gefrierpunktes gestartet wird und bei der gleichen Leistungserzeugungseffizienz betrieben wird, wird die Zeitspanne bis die Ist-Temperatur den Gefrierpunkt übersteigt länger, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, und daher wird der Betrag an Wasser groß, der aufgrund der Leistungserzeugung innerhalb der Zeitspanne generiert wird. Daher haben die Erfinder der Anmeldung einen neuen Aspekt her-

ausgefunden, dass, je niedriger die Anfahrttemperatur ist, das in jeder Einheitszelle generierte Wasser, beispielsweise das nahe an der kathodenseitigen Katalysatorschicht während der Zeitspanne von, wenn die Brennstoffzelle startet bis die Ist-Temperatur den Gefrierpunkt übersteigt, gefriert, was möglicherweise in einer Verschlechterung der Gasdiffusion resultiert. Daher wird die Brennstoffzelle **10** in der vorliegenden Ausführungsform bei einer niedrigen Effizienz betrieben, indem der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes auf einen niedrigeren Wert eingestellt wird, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist. Falls die Anfahrttemperatur relativ niedrig ist, wenn die Ist-Temperatur die gleiche ist, wird daher die kathodenseitige elektrochemische Reaktion, an der als ein Ergebnis Wasser erzeugt wird, derart gesteuert, dass die Menge von generiertem Wasser reduziert wird und der Betrag der Abwärme erhöht wird, um so ein Gefrieren des generierten Wassers zu verhindern und die Verschlechterung der Gasdiffusion zu steuern. Um eine solche Steuerung zu implementieren, wird ein relativ niedriger Oberer-Grenzspannungswert in dem Oberen-Grenzspannungswert-Kennfeld eingestellt, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird. Je höher die Ist-Temperatur ist, desto niedriger wird darüber hinaus der für ein Erwärmen der Brennstoffzelle **10** benötigte Betrag der Wärme, und daher wird ein relativ hoher Oberer-Grenzspannungswert in dem Oberen-Grenzspannungswert-Kennfeld eingestellt, sobald die Ist-Temperatur hoch wird. Daher kann die Brennstoffzelle **10** bei einer möglichst hohen Effizienz betrieben werden, was eine Abnahme in dem Kraftstoffverbrauch ermöglicht. In der vorliegenden Ausführungsform wird die Brennstoffzelle **10** durch ein Verändern der Anfahrttemperatur betrieben, der Betriebspunkt, an dem ein Gefrieren des generierten Wassers verhindert werden kann, wird durch ein Experiment, etc. ermittelt und der hohe Grenzspannungswert wird als der Ausgabespannungswert des Betriebspunktes eingestellt. Zudem wird in dem oben beschriebenen Experiment der Betriebspunkte, bei denen ein Gefrieren des generierten Wassers verhindert werden kann, wird ein Betriebspunkt bestimmt, bei dem der Heizwert bzw. Wärmebetrag relativ niedrig ist, mit anderen Worten, ein Betriebspunkt, bei dem die Leistungserzeugungseffizienz relativ hoch ist, und der Ausgabespannungswert des Betriebspunktes wird als der Obere-Grenzspannungswert eingestellt. Während einer Steuerung einer Abnahme der Gasdiffusion während des Anfahrens, kann daher eine Abnahme in dem Kraftstoffverbrauch der Brennstoffzelle **10** gesteuert werden.

A2. Betriebssteuerprozess

[0034] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren eines Betriebssteuerprozesses gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Der Betriebssteuerprozess wird ausgeführt, wenn das Brennstoffzellen-

system **100** gestartet wird, und jede Komponentenkonfiguration des Brennstoffzellensystem **100**, wie beispielsweise der Brennstoffzelle **10**, des Luftkompressors **30**, des Radiators **40** und der Betriebssteuervorrichtung **60**, wird auf AN geschaltet.

[0035] Der Anfahrtemperaturerfassungsabschnitt **61a** erfasst die Anfahrtemperatur der Brennstoffzelle **10** und speichert diese in dem Anfahrtemperaturwert-speicherabschnitt **62c** (Schritt S100). Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** bestimmt den benötigten Heizwert Q_r für die Brennstoffzelle **10** (Schritt S105). Falls das Brennstoffzellenfahrzeug beispielsweise eine Klimaanlage hat und der Benutzer den Heizbetrieb durchführt, kann der benötigte Heizwert für die Brennstoffzelle **10** durch ein Hinzuaddieren des für ein Erwärmen der Heizung benötigten Heizwertes und des für ein Erhöhen der Temperatur der Brennstoffzelle **10** benötigten Heizwertes zu der oben beschriebenen entsprechenden Temperatur und einem Beibehalten bei diesem Wert, ermittelt werden. Der für ein Erwärmen der Heizung benötigte Heizwert kann unter Verwendung von bekannten Verfahren auf der Basis der Fahrzeuginnentemperatur, einer Umgebungstemperatur, einer Entlüftungsrate, d. h. der Verwendung der Innenluft und der Außenluft, einem Betrag der Sonnenwärmestrahlung und der Wärmeabfuhr von den Fenstern bestimmt werden. Darüber hinaus kann der Wärmebetrag, der für ein Erwärmen der Brennstoffzelle **10** auf eine entsprechende Temperatur und ein Beibehalten bei diesem Wert benötigt wird, unter Verwendung bekannter Verfahren auf der Basis der Ist-Temperatur und der Außentemperatur der Brennstoffzelle **10** bestimmt werden.

[0036] Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** erfasst den benötigten Ausgabewert P_r für die Brennstoffzelle **10** (Schritt S110). Da, wie oben beschrieben, der Normalbetriebssteuerabschnitt **61c** die Energie berechnet, die von Hilfsgeräten, wie beispielsweise dem Luftkompressor **30** und dem Motor **200**, benötigt wird, erfasst der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** die benötigte Energie von dem Normalbetriebssteuerabschnitt **61c** als den benötigten Ausgabewert für die Brennstoffzelle **10**.

[0037] Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** bestimmt den Betriebspunkt p_0 auf der I-V-Eigen-schaft-Kurve, der den benötigten Ausgabewert erfüllt (nachfolgend bezeichnet als der „Normalbetriebspunkt“) durch ein Referenzieren der I-P-Kurve auf der Basis des benötigten Ausgabewerts P_r , der in dem Schritt S110 (Schritt S115) erfasst wird. Genauer bestimmt der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** den Stromwert I_{ref} , der zu dem benötigten Ausgabewert P_r korrespondiert, der in dem Schritt S110 erzielt wurde, und bestimmt dann den Spannungswert V_{ref} durch ein Teilen des benötigten Ausgabewerts P_r mit dem ermittelten Stromwert I_{ref} .

[0038] Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** bestimmt den Abwärmebetrag Q_0 der Brennstoffzelle **10**, wenn die Brennstoffzelle **10** bei dem Normalbetriebspunkt p_0 , der in dem Schritt S115 (Schritt S120) bestimmt wurde, betrieben wird.

[0039] Fig. 5 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein Verfahren zum Bestimmen eines Abwärmebetrags der Brennstoffzelle **10**, während eines Betriebs bei dem Normalbetriebspunkt p_0 , darstellt. In Fig. 5 zeigt die horizontale Achse den Stromwert der Brennstoffzelle **10** und die vertikale Achse zeigt den Ausgabespannungswert der Brennstoffzelle **10**. Darüber hinaus zeigt Fig. 5 die I-V-Charakteristik-Kurve L_c der Brennstoffzelle **10** und die Iso-Leistung-Kurve L_p des benötigten Ausgabewerts P_r . Darüber hinaus wird in Fig. 5 die theoretische Startspannung V_0 der Brennstoffzelle **10** durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Die theoretische Startspannung V_0 der Brennstoffzelle **10** ist die durch ein Multiplizieren der Anzahl an Einheitszellen, die die Brennstoffzelle **10** konfigurieren, mit der maximalen elektromotorischen Leistung von jeder Einheitszelle (beispielsweise 1,23 V), erzielte Spannung.

[0040] Wie in Fig. 5 dargestellt ist, korrespondiert, wenn der Normalbetriebspunkt p_0 auf der I-V-Charakteristik-Kurve L_c bestimmt wird, der Abwärmebetrag Q_0 der Brennstoffzelle **10**, wenn ein Betrieb bei dem Normalbetriebspunkt p_0 durchgeführt wird, mit der Fläche des durch die gestrichelte Linie in Fig. 5 dargestellten Bereichs und wird durch die unten dargestellte Formel 1 bestimmt.

$$Q_0 = I_{ref} \times (V_0 - V_{ref}) \quad (1)$$

[0041] Wie in Fig. 4 dargestellt ist, bestimmt der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b**, ob der in dem Schritt S120 ermittelte Abwärmebetrag Q_0 gleich zu oder größer als der benötigte Heizwert Q_r ist, der in dem Schritt S105 (Schritt S125) ermittelt wurde.

[0042] Falls bestimmt wird, dass der Abwärmebetrag gleich zu oder größer als der benötigte Heizwert Q_r ist (Schritt S125: JA), stellt der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** den Sollbetriebspunkt der Brennstoffzelle **10** auf den Normalbetriebspunkt p_0 (Ausgabespannungswert: V_{ref} , Ausgabestromwert: I_{ref}) (Schritt S130). Um sicherzustellen, dass der Betriebspunkt auf den Normalbetriebspunkt p_0 eingestellt ist, welcher der Sollbetriebspunkt ist, steuert der Normalbetriebspunktabschnitt **61c** den Betrag der Reaktionsgases, die Kühlmittelströmungsrate und die Spannung der Brennstoffzelle **10** (Schritt S135). Der oben beschriebene Schritt S130 und der Schritt S135 korrespondieren mit der normalen Steuerung. Die normale Steuerung impliziert eine Steuerung gemäß derer die Brennstoffzelle **10** in einer Weise betrieben wird, dass der Betriebspunkt der Brennstoffzelle **10** auf der I-V-Charakteristik-Kurve

ist, so dass der Leistungserzeugungsverlust, d. h., der Wärmeverlust minimiert wird und ein Hoch-Effizienz-Betrieb durchgeführt wird. Nach der Beendigung von Schritt S135, geht der Betrieb auf den oben beschriebenen Schritt S105 zurück.

[0043] Falls bestimmt wird, dass der Abwärmebetrag Q_0 nicht größer als der benötigte Heizwert Q_r ist, d. h., der Abwärmebetrag Q_0 geringer als der benötigte Heizwert Q_r ist (Schritt S125: NO), bestimmt der Sollbetriebspunkteinstellbereich **61b**, in dem oben beschriebenen Schritt S125, den Spannungswert (nachfolgend bezeichnet als der „entsprechende Spannungswert“) V_a auf der Iso-Leistungskurve des benötigten Ausgabewerts P_r , bei welchem der benötigte Heizwert Q_r erreicht wird (Schritt S140).

[0044] Fig. 6 ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch ein Beispiel des Prozessergebnisses aus Schritt S140 darstellt. Die horizontale Achse und die vertikale Achse in Fig. 6 sind die gleichen wie die horizontale Achse und die vertikale Achse in Fig. 5 und daher wurde eine detaillierte Beschreibung ausgelassen. Darüber hinaus sind die Kurve L_c , die Kurve L_p und der Betriebspunkt p_0 in Fig. 6 die gleichen wie die Kurve L_c , die Kurve L_p und der Betriebspunkt p_0 , die in Fig. 5 dargestellt sind und daher wurde eine detaillierte Beschreibung ausgelassen.

[0045] In dem in Fig. 6 gezeigten Beispiel wird, wenn der Betriebspunkt der Normalbetriebspunkt p_0 ist, falls der Abwärmebetrag Q_0 weniger als der benötigte Heizwert Q_r ist, der Betriebspunkt p_1 auf der Iso-Leistungskurve L_p (Ausgabespannungswert: V_a , Ausgabestromwert: I_a) als der Sollbetriebspunkt bestimmt. Der Abwärmebetrag Q_1 der Brennstoffzelle **10** während des Betriebs bei dem Betriebspunkt p_1 ist größer als der oben beschriebene Q_0 und der benötigte Heizwert Q_r ist der gleiche. Daher wird in dem Schritt S140 der Ausgabespannungswert des Betriebspunktes p_1 als der entsprechende Spannungswert V_a bestimmt.

[0046] Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** erfasst die Anfahrttemperatur, die in dem Anfahrttemperaturwertspeicherabschnitt **62c** gespeichert ist (Schritt S145). Der Ist-Temperaturerfassungsabschnitt **61e** erfasst die Ist-Temperatur (Schritt S150). Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** ermittelt den Oberen-Grenzspannungswert V_{th} auf Basis der Anfahrttemperatur und der Ist-Temperatur durch Referenzieren des Oberen-Grenzspannungswert-Kennfelds, das in dem Oberen-Grenzspannungs-Kennfeld **62b** gespeichert ist (Schritt S155).

[0047] Da wie oben beschrieben das Obere-Grenzspannungswert-Kennfeld ein Kennfeld ist, in dem die Anfahrttemperatur, die Ist-Temperatur und der Obere-Grenzspannungswert korrelieren, kann der Obere-Grenzspannungswert auf Basis der Anfahrttempe-

ratur, die in dem Schritt S145 erzielt wurde, und der Ist-Temperatur, die in dem Schritt S150 erzielt wurde, bestimmt werden. Wie in Fig. 3 beispielsweise dargestellt ist, wird, falls die Anfahrttemperatur -15 Grad Celsius ist (Linie L_4) und die Ist-Temperatur $+10$ Grad Celsius ist, annähernd $0,4$ V als der Obere-Grenzspannungswert bestimmt.

[0048] Der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** vergleicht den korrespondierenden Spannungswert V_a , der in dem Schritt S140 bestimmt wurde, und den Oberen-Grenzspannungswert V_{th} , der in dem Schritt S155 bestimmt wurde, und bestimmt, ob der korrespondierende Spannungswert V_a gleich zu oder über dem Oberen-Grenzspannungswert V_{th} ist (Schritt S160).

[0049] Falls der korrespondierende Spannungswert V_a nicht gleich zu oder über dem Oberen-Grenzspannungswert V_{th} ist (Schritt S160: NEIN), stellt der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt **61b** den Betriebspunkt auf der Iso-Leistungskurve L_p , wo der Ausgabespannungswert der korrespondierende Spannungswert V_a ist, als den Sollbetriebspunkt ein (Schritt S165). Falls der korrespondierende Spannungswert V_a nicht gleich zu oder über dem Oberen-Spannungsgrenzwert V_{th} ist, kann dann, durch ein Einstellen des Ausgabespannungswertes des Sollbetriebspunktes als den korrespondierenden Spannungswert V_a , nicht nur die Menge von generiertem Wasser reduziert werden, sondern der Abwärmebetrag kann erhöht werden, so dass ein Gefrieren des generierten Wasser im Vergleich zu dem Fall gesteuert werden kann, wenn der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes auf den Oberen-Grenzspannungswert V_{th} eingestellt wird. In der vorliegenden Ausführungsform wird daher der Sollbetriebspunkt auf den Betriebspunkt auf der Iso-Leistungskurve L_p eingestellt, wo der Ausgabespannungswert der korrespondierende Spannungswert V_a ist, d. h., der Sollbetriebspunkt wird auf den in Fig. 6 gezeigten Betriebspunkt p_1 eingestellt.

[0050] Im Gegensatz dazu stellt in dem oben beschriebenen Schritt S160, falls der korrespondierende Spannungswert V_a gleich zu oder über dem Oberen-Grenzspannungswert V_{th} ist (Schritt S160: JA), der Sollbetriebspunkteinstellbereich **61b** den Betriebspunkt auf der Iso-Leistungskurve L_p , wo der Ausgabespannungswert der Obere-Grenzspannungswert V_{th} ist, als den Sollbetriebspunkt ein (Schritt S170).

[0051] Fig. 7 ist ein erklärendes Diagramm, das ein Beispiel eines in dem Schritt S170 eingestellten Sollbetriebspunktes darstellt. Die horizontale Achse und die vertikale Achse in Fig. 7 sind die gleichen wie die horizontale Achse und die vertikale Achse in Fig. 6 und die detaillierte Beschreibung wurde daher ausgelassen. Weiter sind die Kurve L_p , die Kurve L_c , der

Normalbetriebspunkt p_0 und der Betriebspunkt p_1 in **Fig. 7** die gleichen, wie die Kurve L_p , die Kurve L_c , der Normalbetriebspunkt p_0 und der Betriebspunkt p_1 in **Fig. 6**, daher wurde die detaillierte Beschreibung ausgelassen.

[0052] Falls die Brennstoffzelle **10** bei dem Betriebspunkt p_2 betrieben wird (Ausgabestromwert: I_b), wo der Ausgabespannungswert der Obere-Grenzspannungswert V_{th} ist, ist der Abwärmebetrag Q_2 der Brennstoffzelle **10** größer als der Abwärmebetrag Q_1 , wenn die Brennstoffzelle **10** bei dem in **Fig. 6** gezeigten Betriebspunkt p_1 betrieben wird. Wie oben beschrieben ist, wird der Obere-Grenzspannungswert V_{th} als der Ausgabespannungswert eingestellt, bei dem ein Gefrieren des generierten Wassers aufgrund des Betriebs der Brennstoffzelle **10** verhindert werden kann. Daher kann der Sollbetriebspunkt auf den Betriebspunkt p_2 eingestellt werden und ein Gefrieren des generierten Wasser kann durch ein Betreiben der Brennstoffzelle **10** bei dem Betriebspunkt p_2 verhindert werden.

[0053] In dem oben beschriebenen Schritt S165 oder dem Schritt S170 steuert der Schnell-Erwärm-Steuerabschnitt **61d**, wenn der Sollbetriebspunkt eingestellt ist, den Reaktionsgasbetrag, die Kühlmittelströmungsrate und die Spannung der Brennstoffzelle **10**, so dass der Betriebspunkt der Sollbetriebspunkt wird, d. h., der Betriebspunkt p_1 oder der Betriebspunkt p_2 (Schritt S175). Indem beispielsweise der Zufuhrbetrag der Luft, die das Oxidationsgas ist, reduziert wird, kann die Leistungserzeugungseffizienz reduziert werden und die Brennstoffzelle **10** kann bei dem Betriebspunkt betrieben werden, der von der I-V-Eigenschaft-Kurve L_c entfernt ist bzw. nicht auf der Kurve liegt. Nach der Beendigung des Schritts S175 geht der Betrieb auf den oben beschriebenen Schritt S105 zurück. Die oben beschriebenen Schritte S140 bis S175 korrespondieren mit der Schnell-Erwärm-Steuerung.

[0054] In dem Brennstoffzellensystem **100** der oben beschriebenen vorliegenden Ausführungsform, da ein Betriebspunkt, der einen relativ niedrigen Ausgabespannungswert hat, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, als der Sollbetriebspunkt eingestellt wird, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist, kann die kathodenseitige elektrochemische Reaktion, die in jeder Zelle auftritt, verhindert werden bis die Ist-Temperatur den Gefrierpunkt übersteigt, damit die Menge des generierten Wasser reduziert wird und der Abwärmebetrag kann erhöht werden und damit wird ein Gefrieren des generierten Wasser verhindert. Daher kann die Verschlechterung der Gasdiffusion während eines Anfahrens der Brennstoffzelle **10** verhindert werden. Da ein Betriebspunkt, der einen relativ hohe Ausgabespannungswert hat, sobald die Ist-Temperatur hoch wird, als der Sollbetriebspunkt eingestellt wird, falls die Anfahrttemperatur die glei-

che ist, kann zudem die Brennstoffzelle **10** dazu gebracht werden, einen Hoch-Effizienz-Betrieb im Vergleich zu einer Konfiguration durchzuführen, in der der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes unabhängig von der Ist-Temperatur konstant ist. Daher kann eine Verschlechterung in dem Kraftstoffverbrauch verhindert werden. Darüber hinaus kann die Brennstoffzelle, da ein Betriebspunkt auf der Iso-Leistungs-Kurve des benötigten Ausgabewertes P_r als der Sollbetriebspunkt eingestellt ist, derart betrieben werden, um die benötigte Ausgabe zu erfüllen.

[0055] Da der Abwärmebetrag durch ein Durchführen einer Schnell-Erwärm-Steuerung erhöht wird, wenn der Abwärmebetrag Q_0 weniger als der benötigte Heizwert Q_r ist, kann zudem die Ist-Temperatur der Brennstoffzelle **10** schnell erhöht werden.

B. Modifikationen:

B1. Modifikation 1:

[0056] Die Einstellungsinhalte des Oberen-Grenzspannungswert-Kennfelds in der oben beschriebenen Ausführungsform sind einfach ein Beispiel und können angemessen verändert werden. In dem in **Fig. 3** dargestellten Oberen-Grenzspannungswert-Kennfeld beispielsweise wird die Einstellung eines relativ niedrigen Oberen-Grenzspannungswertes, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, wenn die Ist-Temperatur die gleiche ist, durchgeführt, wenn der Ist-Temperaturbereich -30 Grad Celsius oder oberhalb und um $+50$ Grad Celsius oder unterhalb war, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und ein relativ niedriger Oberer-Grenzspannungswert kann, sobald die Anfahrttemperatur niedrig wird, solange die Ist-Temperatur die gleiche ist, in irgendeinem willkürlichem Temperaturbereich eingestellt werden. Wie in **Fig. 3** darüber hinaus dargestellt ist, wird in den sieben Linien L1 bis L7, ausgenommen Linie L8, ein relativ hoher Oberer-Grenzspannungswert, sobald die Ist-Temperatur hoch wird, in dem Bereich bei etwa $+50$ Grad Celsius oder darunter eingestellt, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt und ebenso wie die Linie L8, können diese Linien als Linien betrachtet werden, die einen vordefinierten festen Wert unabhängig von der Ist-Temperatur anzeigen.

B2: Modifikation 2:

[0057] In dem Betriebssteuerprozess gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform werden, wenn bestimmt wird, dass der Abwärmebetrag Q_0 nicht gleich zu oder größer als der benötigte Heizwert Q_r ist, d. h., der Abwärmebetrag Q_0 weniger als der benötigte Heizwert Q_r ist, die Schritte S140 bis S175 durchgeführt, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf begrenzt. In dem Schritt S125 kann, falls bestimmt wird, dass der Abwärmebetrag Q_0 nicht grö-

ßer als oder gleich zu dem benötigten Heizwert Q_r ist (Schritt S125: Nein) kann die Ist-Temperatur der Brennstoffzelle **10** erfasst werden und wenn die Ist-Temperatur 0 Grad Celsius oder darunter ist, können die oben beschriebenen Schritte S140 bis S175 ausgeführt werden und wenn die Ist-Temperatur über 0 Grad Celsius ist, brauchen diese Schritte nicht ausgeführt werden. In der vorliegenden Konfiguration wird beispielsweise, wenn die Ist-Temperatur beispielsweise über 0 Grad Celsius ist, der Betriebspunkt auf der Iso-Leistungs-Kurve des benötigten Ausgabewertes P_r bestimmt, wo der benötigte Heizwert Q_r erreicht wird, und der Reaktionsgasbetrag, die Kühlmittelströmungsrate und die Spannung der Brennstoffzelle **10** können unter Verwendung des Betriebspunktes als den Sollbetriebspunkt gesteuert werden. Wenn die Ist-Temperatur über 0 Grad Celsius ist, ist die Wahrscheinlichkeit eines Gefrierens von generiertem Wasser in jeder der Einheitszellen niedrig und daher kann die Verschlechterung der Gasdiffusion sogar verhindert werden ohne eine Schnell-Erwärm-Steuerung durchzuführen. Daher wird durch eine Anpassung der Konfiguration gemäß der oben beschriebenen Modifikation die Wahrscheinlichkeit eines Durchführens eines Niedrig-Effizienz-Betriebs reduziert und eine Verschlechterung in dem Kraftstoffverbrauch kann verhindert werden. Wenn die Ist-Temperatur 0 Grad Celsius oder darunter ist und die Wahrscheinlichkeit eines Gefrierens des generierten Wassers in jeder Einheitszelle hoch ist, wird zudem die oben beschriebene Schnell-Erwärm-Steuerung durchgeführt, auf Grund dessen die Verschlechterung der Gasdiffusion aufgrund eines Gefrierens von generiertem Wasser mit größerer Wahrscheinlichkeit verhindert werden kann.

B3: Modifikation 3:

[0058] In der oben beschriebenen Ausführungsform wird der Betriebspunkt auf der Iso-Leistungs-Kurve des benötigten Ausgabewertes P_r als der Sollbetriebspunkt eingestellt, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt. **Fig. 8A** ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch einen ersten Aspekt des Einstellens des Sollbetriebspunktes in der Modifikation darstellt. **Fig. 8B** ist ein erklärendes Diagramm, das schematisch einen zweiten Aspekt des Einstellens des Sollbetriebspunktes in der Modifikation darstellt. Die horizontale Achse und die vertikale Achse in **Fig. 8A** und **Fig. 8B** sind die gleichen wie die horizontale Achse und die vertikale Achse in **Fig. 5** und daher wurde eine detaillierte Beschreibung ausgelassen. Darüber hinaus sind die Kurve L_c und der Normalbetriebspunkt p_0 in **Fig. 8A** und **Fig. 8B** die gleichen wie die Kurve L_c und der Normalbetriebspunkt p_0 in **Fig. 5** und daher wurde die detaillierte Beschreibung ausgelassen.

[0059] Gemäß des Aspekts in **Fig. 8A** wird der Betriebspunkt p_{11} , falls bestimmt wird, dass der Abwär-

mebetrag Q_0 nicht gleich zu oder größer als der benötigte Heizwert Q_r ist (Schritt S125: NEIN), als der Sollbetriebspunkt eingestellt und der Reaktionsgasbetrag, die Kühlmittelströmungsrate und die Spannung der Brennstoffzelle **10** werden derart kontrolliert, dass der Betriebspunkt p_{11} realisiert wird. Der Betriebspunkt p_{11} ist der Betriebspunkt, bei dem ein Stromwert ebenso wie der Ausgabestromwert I_{ref} bei dem Normalbetriebspunkt p_0 als der Ausgabestromwert eingestellt wird. Der Abwärmebetrag Q_{11} der Brennstoffzelle **10** stimmt, wenn ein Betrieb bei dem Betriebspunkt p_{11} durchgeführt wird, mit dem benötigten Heizwert Q_r überein. Daher kann der Ausgabespannungswert des Betriebspunktes p_{11} aus dem Ausgabestromwert I_{ref} und dem benötigten Heizwert Q_r bestimmt werden. Der Ausgabespannungswert V_c des Betriebspunktes p_{11} ist geringer als der Ausgabespannungswert V_{ref} des Normalbetriebspunktes p_0 .

[0060] In dem Aspekt aus **Fig. 8B** ist der Einstellaspekt des Sollbetriebspunktes dargestellt, wenn der Ausgabespannungswert V_c des Betriebspunktes p_{11} über dem Oberen-Grenzspannungswert V_{th} ist. Gemäß diesem Aspekt wird der Betriebspunkt p_{12} , bei dem der Ausgabestromwert der gleich wie der Ausgabestromwert I_{ref} des Normalbetriebspunktes p_0 und des Betriebspunktes p_{11} ist, und der Ausgabespannungswert der Spannungswert V_{th} ist, als der Sollbetriebspunkt eingestellt. Der Abwärmebetrag Q_{12} der Brennstoffzelle **10** ist größer als die in **Fig. 8A** dargestellt Abwärmebetrag Q_{11} , wenn ein Betrieb bei dem Betriebspunkt p_{12} durchgeführt wird. Der Aspekt aus **Fig. 8B** und der oben beschriebene Aspekt aus **Fig. 8A** kann in einem einzigen Prozessfluss implementiert werden. D. h., ebenso wie in der oben beschriebenen Ausführungsform wird zuerst ein Ausgabespannungswert ebenso wie der Ausgabestromwert des Normalbetriebspunktes p_0 eingestellt, der Betriebspunkt, bei dem ein Heizwert, der mit dem benötigten Heizwert Q_r übereinstimmt, erreicht wird, wird bestimmt und dann wird bestimmt, ob der Ausgabespannungswert bei dem Betriebspunkt gleich zu oder höher als der Obere-Grenzspannungswert V_{th} ist. Auch falls der Ausgabespannungswert des ermittelten Betriebspunktes gleich zu oder höher als der Obere-Grenzspannungswert V_{th} ist, kann der Betriebspunkt p_{12} als der Sollbetriebspunkt eingestellt werden, wie es in dem Aspekt in **Fig. 8B** dargestellt ist. Im Gegensatz dazu kann, falls der Ausgabespannungswert des ermittelten Betriebspunktes weniger als der Obere-Grenzspannungswert V_{th} ist, der Betriebspunkt p_{11} als der Sollbetriebspunkt eingestellt werden, wie es in dem Aspekt in **Fig. 8A** dargestellt ist.

[0061] In der Konfiguration gemäß der oben beschriebenen Modifikation, kann beispielsweise der Obere-Grenzspannungswert V_{th} als ein Verhältnis bezüglich des Ausgabespannungswert V_{ref} des Nor-

malbetriebspunkts p_0 ermittelt werden. Bei diesem Punkt kann, solange die Ist-Temperatur die gleiche ist, ein relativ niedriges Verhältnis eingestellt werden, sobald die Anfahrtemperatur niedrig wird.

B4: Modifikation 4:

[0062] In der oben beschriebenen Ausführungsform wird der Obere-Grenzspannungswert V_{th} unter Verwendung des Oberen-Grenzspannungswerts V_{th} ermittelt, aber anstelle des Kennfeldes kann der Obere-Grenzspannungswert V_{th} durch eine Berechnungsformel abgeleitet werden, in der die Anfahrtemperatur und die Ist-Temperatur als Variable verwendet werden. Darüber hinaus kann, als eine Modifikation dieser Konfiguration, der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes direkt durch die Berechnungsformel, ohne ein Ermitteln des entsprechenden Spannungswertes V_a und des Oberen-Grenzspannungswerts V_{th} , ermittelt werden. In einer solchen Konfiguration kann, solange die Ist-Temperatur die gleiche ist, eine Berechnungsformel, aus welcher ein relativ niedriger Spannungswert für eine genügend niedrige Anfahrtemperatur abgeleitet werden kann, als der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes verwendet werden.

B5: Modifikation 5:

[0063] In Schritt S135 und Schritt S175 der oben beschriebenen Ausführungsform werden der Reaktionsgasbetrag, die Kühlmittelströmungsrate und die Spannung der Brennstoffzelle **10** derart gesteuert, dass der Betriebspunkt der Sollbetriebspunkt wird, aber von diesen können ein oder zwei Steuerungen ausgelassen werden. D. h., um zu ermöglichen, dass der Betriebspunkt der Sollbetriebspunkt wird, kann zumindest eine von dem Reaktionsgasbetrag, der Kühlmittelströmungsrate und der Spannung der Brennstoffzelle **10** gesteuert werden.

B6: Modifikation 6:

[0064] In der oben beschriebenen Ausführungsform wird das Brennstoffzellensystem **100** als ein an einem Brennstoffzellenfahrzeug angebrachtes System zum Zuführen der Antriebsleistung verwendet, aber die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann anstelle eines Brennstoffzellenfahrzeugs das Brennstoffzellensystem **10** an irgendeinem anderen sich bewegendem Körper, der Antriebsleistung benötigt, angebracht und verwendet werden, wie beispielsweise einem Elektroauto. Darüber hinaus kann das Brennstoffzellensystem **10** als eine feststehende Leistungsquelle verwendet werden, beispielsweise kann es im Gebäude oder außerhalb des Gebäudes in einem Geschäftssitz oder Wohnort installiert und verwendet werden. Darüber hinaus war jede Einheitszelle, die in der Brennstoffzelle **10** enthalten ist, eine Einheitszelle für eine Poly-

mer-Elektrolyt-Brennstoffzelle, aber die Einheitszelle kann als eine Einheitszelle für verschiedene Brennstoffzellen konfiguriert sein, wie beispielsweise eine Phosphorsaure Brennstoffzelle, eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle, eine Festoxid-Brennstoffzelle.

[0065] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen und Modifikationen beschränkt und kann durch eine Vielfalt von anderen Konfigurationen implementiert werden ohne von dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise können die technischen Merkmale der Ausführungsformen, Beispiele und Abwandlungen, welche den technischen Merkmalen eines jeden der in der KURZFASSUNG beschriebenen Aspekte entsprechen, in geeigneter Weise ersetzt oder kombiniert werden, um einen Teil oder alle der vorstehend beschriebenen Probleme zu lösen, oder um einen Teil oder alle der vorstehend beschriebenen vorteilhaften Effekte zu erzielen. Darüber hinaus können die technischen Merkmale in geeigneter Weise ausgelassen werden, sofern diese nicht als zwingend erforderlich in der Beschreibung beschrieben wurden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2014-227684 [0001]
- JP 2010-186599 A [0003]

Patentansprüche

1. Betriebssteuerverfahren für eine Brennstoffzelle, aufweisend:

Erfassen einer Anfahrttemperatur der Brennstoffzelle;
Erfassen einer Ist-Temperatur der Brennstoffzelle;
Einstellen eines Sollbetriebspunktes der Brennstoffzelle, der durch einen Ausgabespannungswert und einen Ausgabestromwert der Brennstoffzelle auf Basis der Anfahrttemperatur oder auf Basis der Anfahrttemperatur und der Ist-Temperatur ermittelt wird; und
Steuern von einer Strömungsrate von Reaktionsgas, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, und/oder einer Ausgabespannung der Brennstoffzelle, so dass der Betriebspunkt der Brennstoffzelle der Sollbetriebspunkt wird, wobei

das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen eines Betriebspunktes enthält, der einen niedrigen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist.

2. Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach Anspruch 1, wobei das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen eines Betriebspunktes enthält, der einen hohen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Ist-Temperatur im Vergleich zu dem Fall hoch ist, wenn die Ist-Temperatur niedrig ist, falls die Anfahrttemperatur die gleiche ist.

3. Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Einstellen des Sollbetriebspunktes ausgeführt wird, wenn die Anfahrttemperatur 0 Grad Celsius oder niedriger ist.

4. Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3 wobei, das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen des Sollbetriebspunktes enthält, so dass der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes niedriger als der Ausgabespannungswert eines Normalbetriebspunktes wird, der ein Schnittpunkt einer Iso-Leistungskurve, die durch den Sollbetriebspunkt läuft, und einer Strom-Spannungs-Charakteristik-Kurve der Brennstoffzelle ist.

5. Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach Anspruch 4, wobei, das Steuern einen Prozess enthält, in dem im Vergleich zu einem Fall, in dem der Betriebspunkt der Brennstoffzelle mit dem Normalbetriebspunkt übereinstimmt, die Strömungsrate des Reaktionsgases, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, reduziert wird, und ein Niedrig-Effizienzbetrieb ausgeführt wird, in dem der Leistungsverlust im Vergleich zu dem Betrieb bei dem Normalbetriebspunkt hoch ist.

6. Betriebssteuerverfahren für die Brennstoffzelle nach Anspruch 4 oder 5, weiter aufweisend:

Speichern eines oberen Grenzwerts eines Ausgabespannungswertes des Sollbetriebspunktes im Voraus in einer Speichervorrichtung, der mit der Anfahrttemperatur und der Ist-Temperatur übereinstimmt, wobei das Speichern ein Speichern eines niedrigen Wertes als den oberen Grenzwert in der Speichervorrichtung enthält, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist, und das Einstellen des Sollbetriebspunktes ein Einstellen des Sollbetriebspunktes enthält, so dass der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes gleich zu dem oder niedriger als der Obere(n)-Grenzwert des Ausgabespannungswertes wird, der durch die Anfahrttemperatur und die Ist-Temperatur ermittelt wird.

7. Betriebssteuervorrichtung für eine Brennstoffzelle, aufweisend:

einen Anfahrttemperaturerfassungsabschnitt, der eine Anfahrttemperatur der Brennstoffzelle erfasst;
einen Ist-Temperaturerfassungsabschnitt, der eine Ist-Temperatur der Brennstoffzelle erfasst;
einen Sollbetriebspunkteinstellabschnitt, der einen Sollbetriebspunkt der Brennstoffzelle einstellt, der durch einen Ausgabespannungswert und einen Ausgabestromwert der Brennstoffzelle auf Basis der Anfahrttemperatur oder auf Basis der Anfahrttemperatur und der Ist-Temperatur ermittelt wird, und
einen Normalbetriebsteuerabschnitt, der eine Strömungsrate eines Reaktionsgases, das zu der Brennstoffzelle zugeführt wird, und/oder eine Ausgabespannung der Brennstoffzelle steuert, so dass der Betriebspunkt der Brennstoffzelle der Sollbetriebspunkt wird, wobei
der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt einen Betriebspunkt einstellt, der einen niedrigen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Anfahrttemperatur im Vergleich zu dem Fall niedrig ist, wenn die Anfahrttemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist.

8. Betriebssteuervorrichtung für die Brennstoffzelle nach Anspruch 7, wobei der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt einen Betriebspunkt einstellt, der einen hohen Ausgabespannungswert als den Sollbetriebspunkt hat, wenn die Ist-Temperatur im Vergleich zu dem Fall hoch ist, wenn die Ist-Temperatur niedrig ist, falls die Anfahrttemperatur die gleiche ist.

9. Betriebssteuervorrichtung für die Brennstoffzelle nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt den Sollbetriebspunkt einstellt, wenn die Anfahrttemperatur 0 Grad Celsius oder niedriger ist.

10. Betriebssteuervorrichtung für die Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt den Soll-

betriebspunkt so einstellt, dass der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes niedriger als der Ausgabespannungswert des Normalbetriebspunktes wird, der der Schnittpunkt einer Iso-Leistungskurve, die durch den Sollbetriebspunkt verläuft, und einer Strom-Spannungs-Charakteristik-Kurve der Brennstoffzelle ist.

11. Betriebssteuervorrichtung für die Brennstoffzelle nach Anspruch 10, weiter aufweisend: einen Schnell-Erwärmsteuerabschnitt, durch den die Strömungsrate des Reaktionsgases, das der Brennstoffzelle zugeführt, im Vergleich zu einem Fall, in dem der Betriebspunkt der Brennstoffzelle mit dem Normalbetriebspunkt übereinstimmt, reduziert wird, und ein Niedrig-Effizienzbetrieb ausgeführt wird, in dem der Leistungsverlust im Vergleich zu dem Betrieb bei dem Normalbetriebspunkt hoch ist.

12. Betriebssteuervorrichtung für die Brennstoffzelle nach Anspruch 10 oder 11, weiter aufweisend: eine Speichervorrichtung zum Speichern eines Oberen-Grenzwertes eines Ausgabespannungswertes des Sollbetriebspunktes im Voraus, der mit der Anfahrtemperatur und der Ist-Temperatur korrespondiert, wobei die Speichervorrichtung einen niedrigen Wert als den Oberen-Grenzwert speichert, wenn die Anfahrtemperatur im Vergleich zu dem Falls niedrig ist, wenn die Anfahrtemperatur hoch ist, falls die Ist-Temperatur die gleiche ist, und der Sollbetriebspunkteinstellabschnitt den Sollbetriebspunkt einstellt, so dass der Ausgabespannungswert des Sollbetriebspunktes gleich zu dem oder niedriger als der Obere(n)-Grenzwert des Ausgabespannungswertes wird, der durch die Anfahrtemperatur und die Ist-Temperatur ermittelt wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

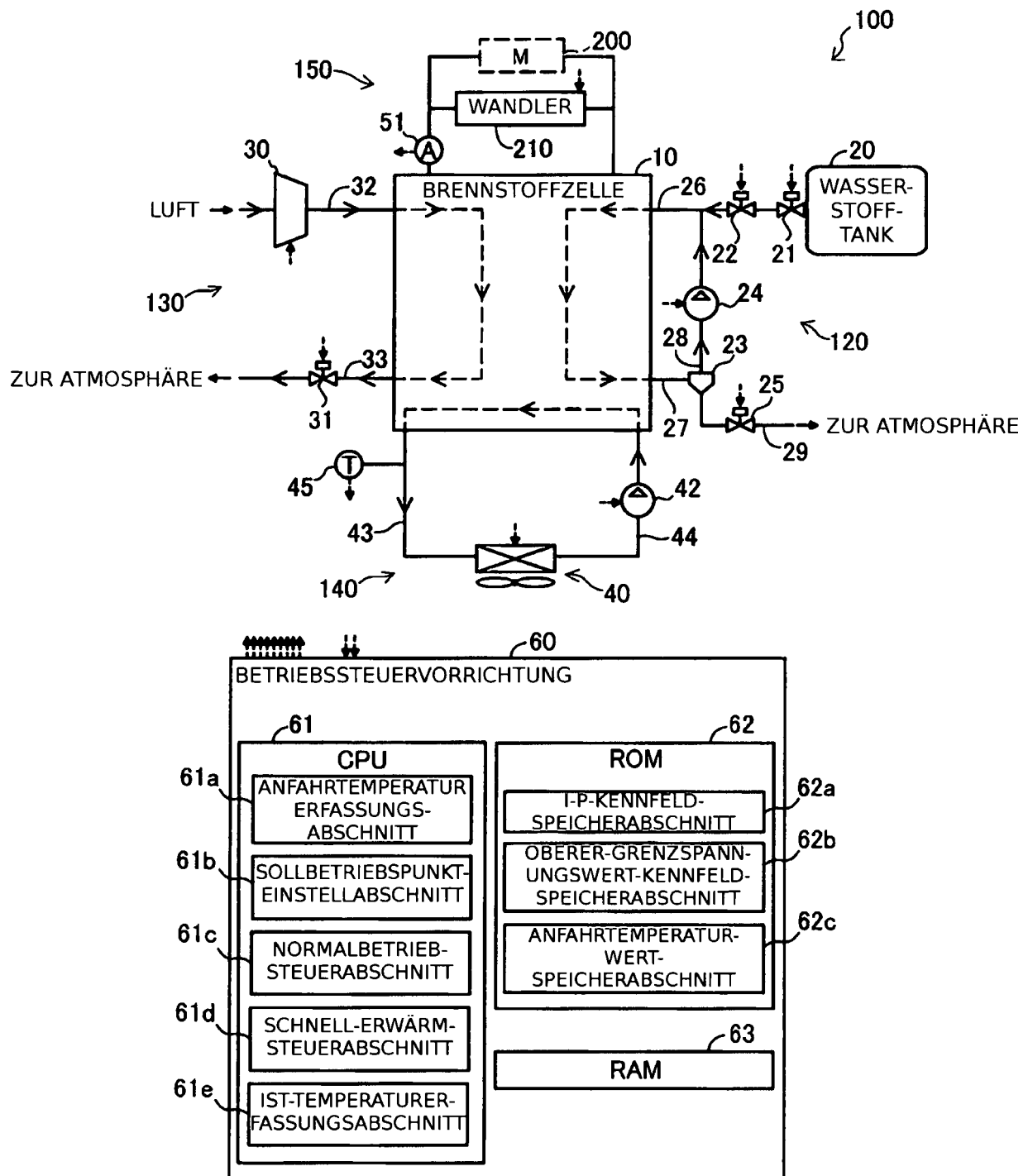


Fig.2

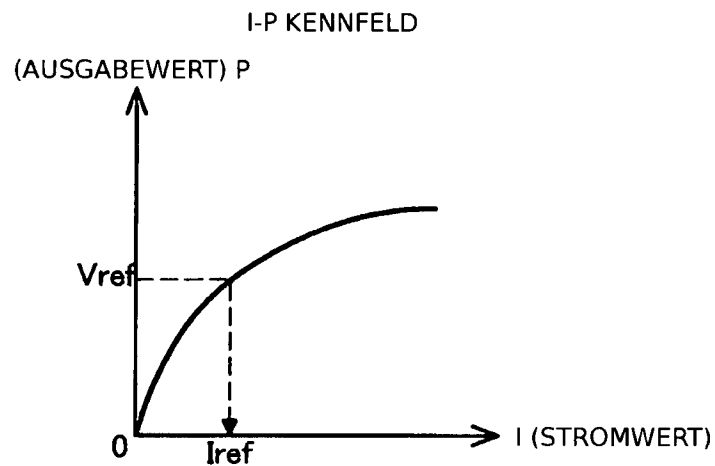


Fig.3

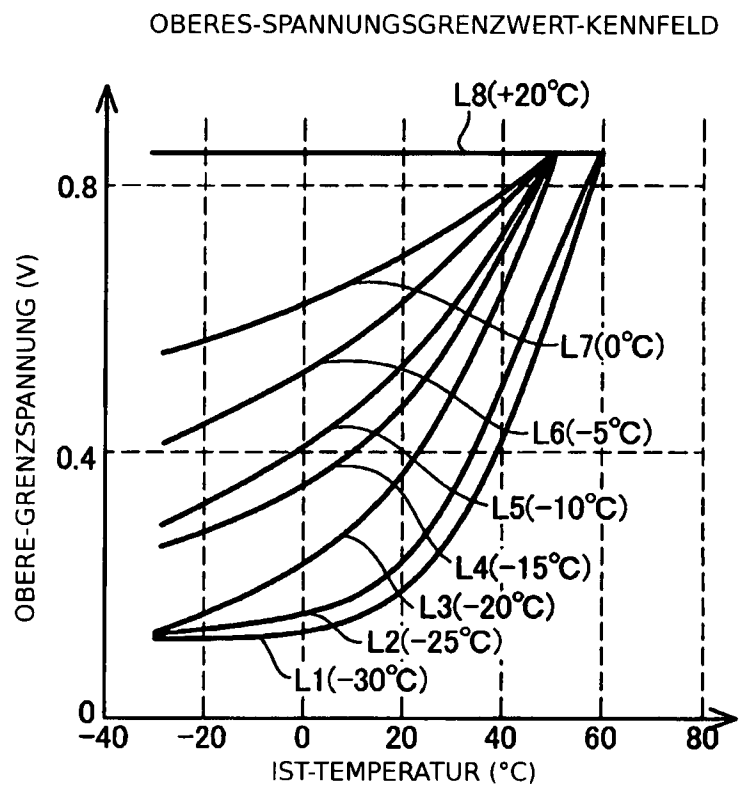


Fig.4

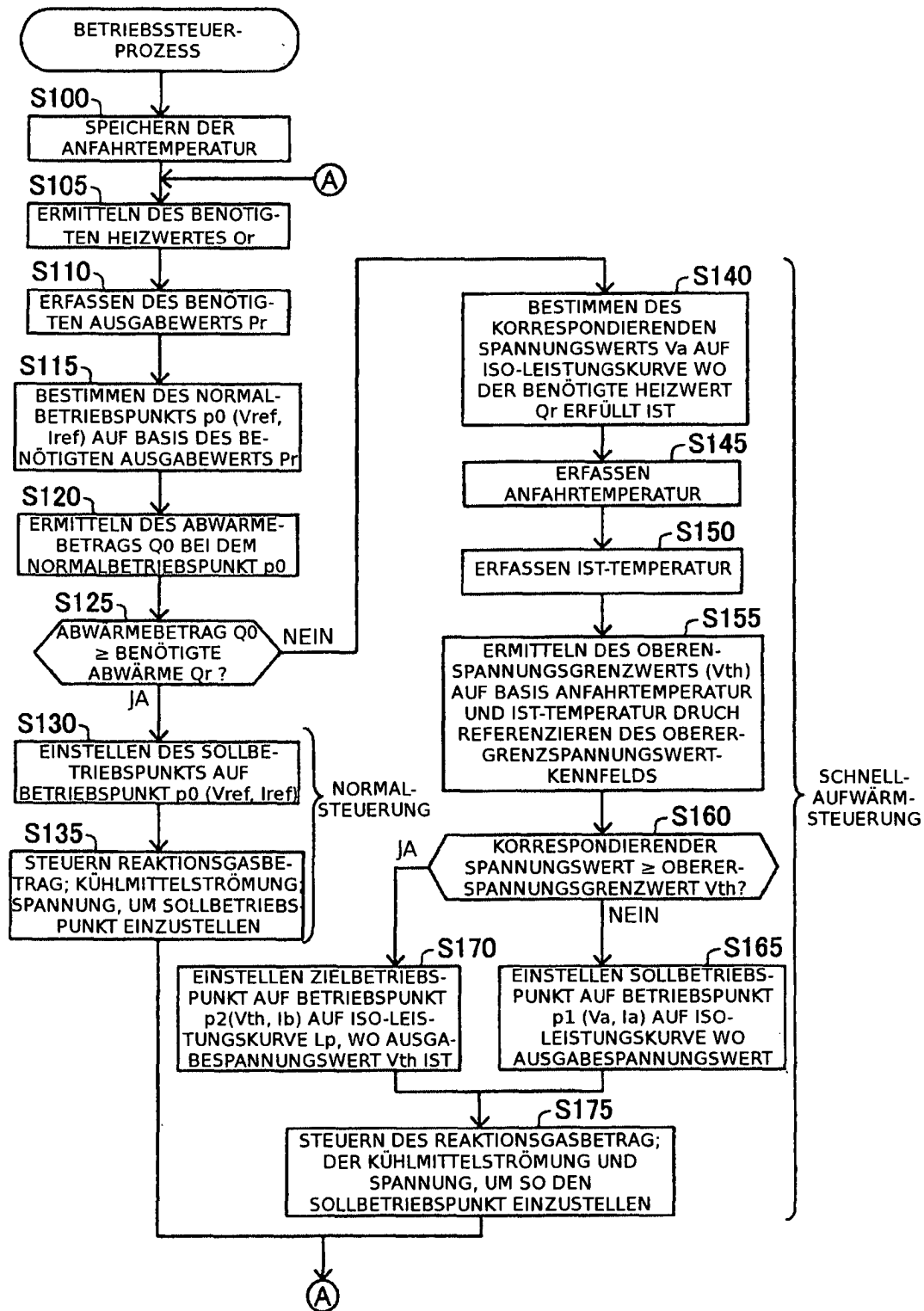


Fig.5

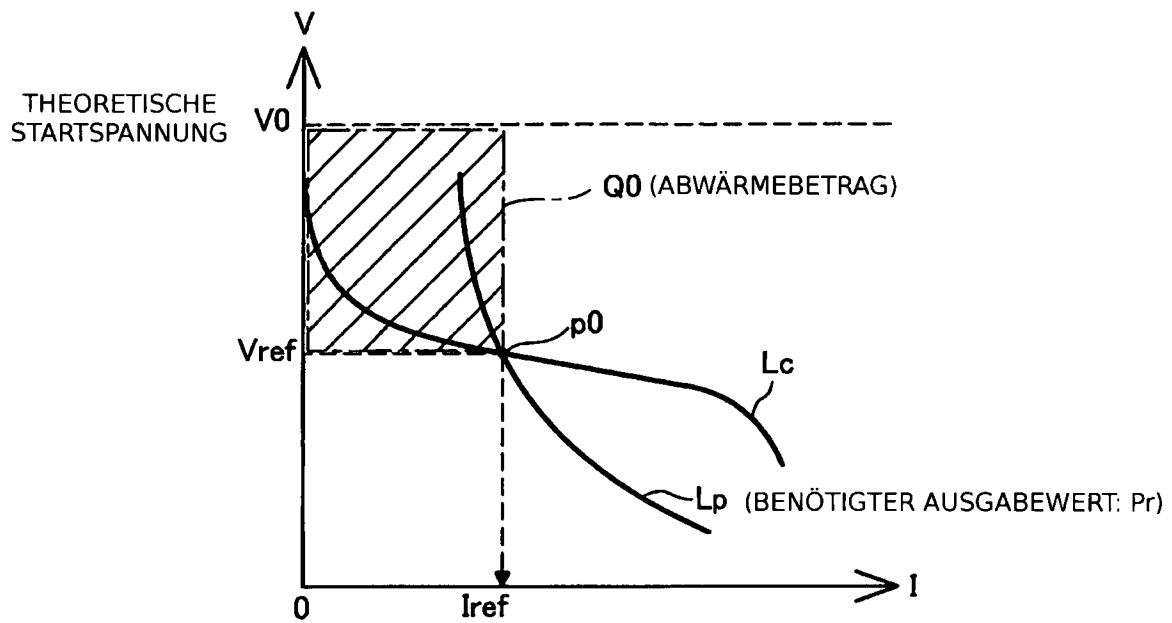


Fig.6

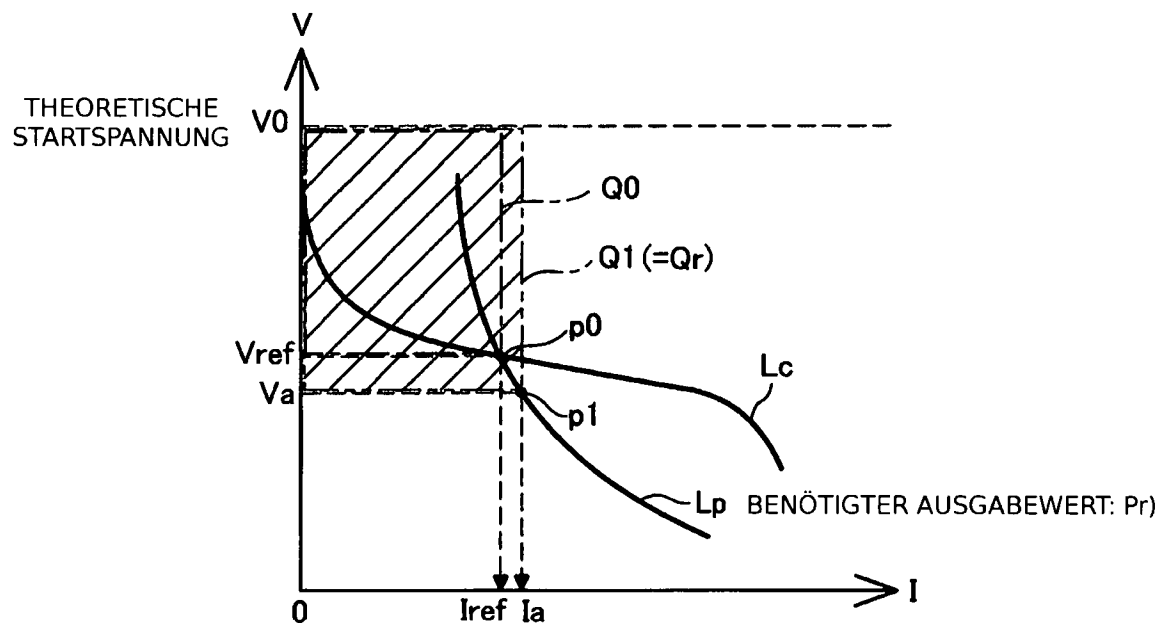


Fig.7

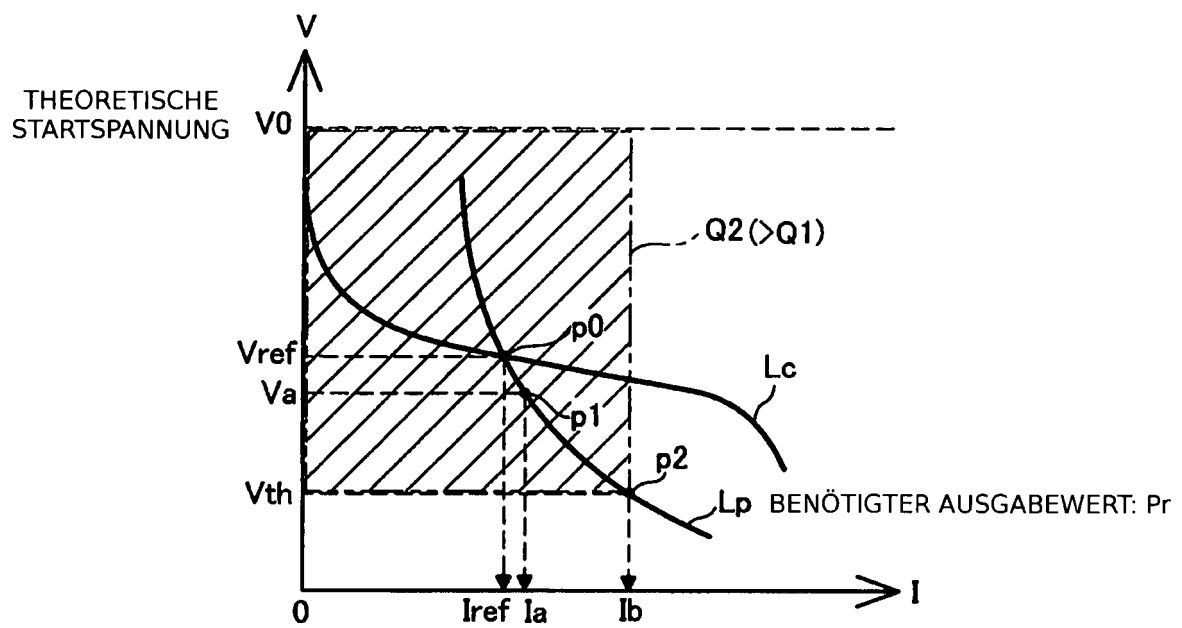


Fig.8A

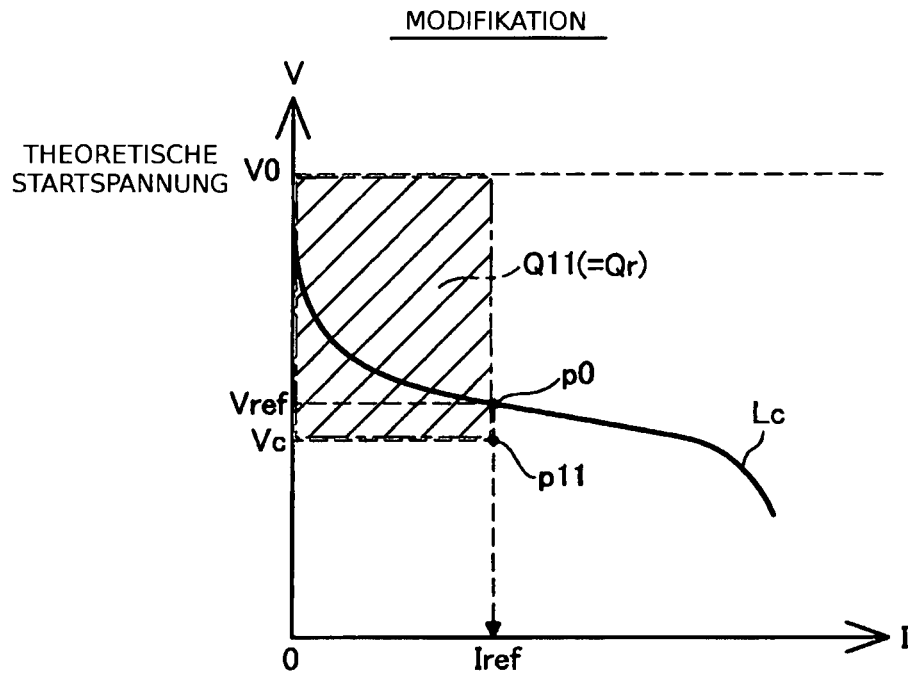


Fig.8B

