



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 11 2006 001 987 T5 2008.05.21

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/015373**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 001 987.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2006/314301**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.07.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **08.02.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **21.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B60L 11/18 (2006.01)**
H01M 8/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2005-226684 04.08.2005 JP

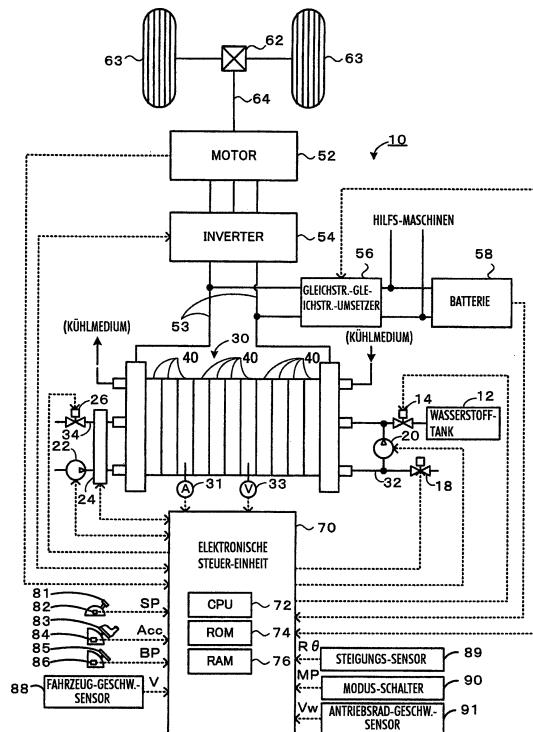
(74) Vertreter:
**Kuhnen & Wacker Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising**

(71) Anmelder:
**Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Toyota, Aichi,
JP**

(72) Erfinder:
Shige, Masahiro, Toyota, Aichi, JP

(54) Bezeichnung: **Brennstoffzellenfahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Brennstoffzellenfahrzeug, mit:
einem Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung
zu versetzen;
Brennstoffzellen, die elektrische Energie mittels einer
elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoff-
gas und einem oxidierenden Gas erzeugen;
einem Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen
wird und der zur Ausgabe von elektrischer Energie ent-
laden wird;
einem Fahrmodus-Detektor, der einen Fahrmodus detek-
tiert, der von einem Fahrer eingestellt wurde;
einem Energiebedarf-Einstellmodul, der so konfiguriert ist,
um einen Energiebedarf einzustellen;
einem Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um ei-
nen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von
den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden
soll, und um einen Sollwert der elektrischen Energie einzu-
stellen, der von dem Akkumulator an den Motor entspre-
chend dem eingestellten Energiebedarf ausgegeben wer-
den soll, derart, dass im Ansprechen auf eine Erhöhung der
Energiebedarfs, der Sollwert der elektrischen Energie, der
von dem Akkumulator an den Motor auszugeben ist, basie-
rend auf dem Fahrmodus eingestellt wird, der...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellenfahrzeug und spezieller ein Fahrzeug, welches mit Brennstoffzellen ausgerüstet ist, welche elektrische Energie vermittels einer elektrochemischen Reaktion eines Brennstoffgases und eines oxidierenden Gases erzeugt.

Stand der Technik

[0002] Brennstoffzellenfahrzeuge sind allgemein mit Brennstoffzellen ausgerüstet, welche elektrische Energie vermittels einer elektrochemischen Reaktion eines Brennstoffgases und eines oxidierenden Gases erzeugen. Eine vorgeschlagene Konstruktion eines Brennstoffzellenfahrzeugs ist mit einer Batterie ausgestattet als auch mit Brennstoffzellen ausgestattet und steuert eine Energieanforderung, welche für die Brennstoffzellen gefordert wird und zwar während der Beschleunigung in Einklang mit dem Ladezustand der Batterie. Beispielsweise wird bei einer Steuerungstechnik, die in einem Patentdokument 1 vorgeschlagen wird, kein signifikant großer Wert für die Energieanforderung bei den Brennstoffzellen bei einer bestimmten Variation des Ausmaßes des Niederdrückens eines Gaspedals durch einen Fahrer eingestellt, wenn die Batterie einen ausreichend hohen Ladezustand aufweist, wobei eine ausreichende Energieunterstützung selbst in einem Fall sichergestellt wird, bei dem eine große Beschleunigungsanfrage auftritt. Wenn die Batterie einen relativ niedrigen Ladezustand aufweist und keine ausreichende Energieunterstützung sicherstellen kann und zwar selbst in einem Fall einer kleinen Beschleunigungsanforderung, wird andererseits bei der Steuerungstechnik ein signifikant großer Wert der Energieanforderung für die Brennstoffzellen bei der gleichen Variation des Ausmaßes des Niederdrückens des Gaspedals durch den Fahrer eingestellt.

Patentdokument 1: offengelegtes japanisches Patent Nr. 2001-339810.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die in dem Patentdokument 1 offenbart Steuerungstechnik bestimmt jedoch ein Ausmaß der Batterieunterstützung lediglich anhand der Größe des Beschleunigungsbedarfes oder Beschleunigungsanforderung durch den Fahrer und abhängig vom Ladezustand der Batterie, wobei jedoch keinerlei andere Faktoren für die Bestimmung mit berücksichtigt werden. Es entsteht daher ein Problem einer schlechten Fahrfähigkeit oder einer schlechten Brennstoffwirtschaftlichkeit in Einklang mit den Fahrbedingungen.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Brennstoffzellenfahrzeug mit verbesserter Fahrfähigkeit zu schaffen und zwar im Vergleich zu einem herkömmlichen Brennstoffzellenfahrzeug. Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin ein Brennstoffzellenfahrzeug mit einem verbesserten Brennstoffverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Brennstoffzellenfahrzeugen zu schaffen.

[0005] Die vorliegende Erfindung löst zumindest einen Teil der angegebenen Ziele mit Hilfe der folgenden Konfigurationen, die bei einem Brennstoffzellenfahrzeug zur Anwendung gelangen.

[0006] Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein erstes Brennstoffzellenfahrzeug, welches folgendes aufweist: einen Motor, der in Betrieb gesetzt wird, um Räder in Drehung zu versetzen; Brennstoffzellen, die elektrische Energie vermittels einer elektrochemischen Reaktion eines Brennstoffgases und eines oxidierenden Gases erzeugen; einen Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen wird und der zur Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird; einen Fahrmodus-Detektor, der einen Fahrmodus detektiert, welcher durch einen Fahrer eingestellt wird; einen Energieanforderung-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um eine Energieanforderung einzustellen; einen Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, welcher von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung, sodass im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung, der Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Fahrmodus eingestellt wird, der mit Hilfe des Fahrmodus-Detektors detektiert wird; und einen Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, einen Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und einen Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, konsistent mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie einzustellen, die mit Hilfe des Sollwert-Einstellmoduls eingestellt wurde.

[0007] Das Brennstoffzellenfahrzeug gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung stellt den Sollwert der elektrischen Energie, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung ein und zwar in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akku-

lator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Fahrmodus eingestellt wird. Das Brennstoffzellenfahrzeug steuert dann die Brennstoffzellen und den Motor, um die Möglichkeit zu schaffen, dass der Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und um den Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, konsistent oder in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gemacht wird. Das Brennstoffzellenfahrzeug nach diesem Aspekt stellt in angemessener Weise im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar entsprechend dem Fahrmodus. Diese Anordnung verbessert in wünschenswerter Weise die Fahrfähigkeit und den Brennstoffverbrauch und zwar im Vergleich zu einer herkömmlichen Konstruktion eines Brennstoffzellenfahrzeugs. Der Fahrmodus-Detektor kann entweder aus einem Fahrmodus-Schalter oder aus einem Gangschiebeposition-Sensor bestehen.

[0008] Bei einer bevorzugten Anwendung des Brennstoffzellenfahrzeugs gemäß dem oben erläuterten Aspekt der Erfindung detektiert der Fahrmodus-Detektor den Fahrmodus, der durch den Fahrer eingestellt wurde und unter einer Vielzahl von unterschiedlichen Fahr-Modi, inklusive von wenigstens einem Brennstoffverbrauch-Prioritäts-Fahrmodus und einem Beschleunigungs-Prioritäts-Fahrmodus. Der den Sollwert einstellende Modul stellt im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar basierend auf dem Fahrmodus, der mit Hilfe des Fahrmodus-Detektors detektiert wird und zwar in solcher Weise, dass ein größerer Wert in Bezug auf den Sollwert der elektrischen Energie in dem Beschleunigungs-Prioritäts-Fahrmodus eingestellt wird als dem Sollwert der elektrischen Energie in dem Brennstoffverbrauch-Prioritäts-Fahrmodus. Diese Anordnung erzielt eine verbesserte Fahrfähigkeit im Ansprechen auf den Wunsch des Fahrers zu beschleunigen und zwar über dem Brennstoffverbrauch oder einen verbesserten Brennstoffverbrauch im Ansprechen auf den Wunsch des Fahrers hinsichtlich eines Brennstoffverbrauches über der Beschleunigung bzw. als Priorität über der Beschleunigung.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Fahrmodus-Detektor ausgerüstet ist, ferner einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul, der eine Beschleunigungsabsicht bzw. einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist. Der Sollwert-Einstellmodul stellt im Ansprechen auf eine Erhöhung der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie

ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar basierend auf sowohl dem Fahrmodus, der mit Hilfe des Fahrmodus-Detektors detektiert wird, als auch basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wird. Diese Anordnung vermittelt einem Fahrer ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl oder schränkt die Beschleunigung zur Verbesserung des Brennstoffverbrauches ein und zwar im Ansprechen auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers.

[0010] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Fahrmodus-Detektor ausgerüstet ist, ferner einen Speichermodul, der so konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie zu speichern, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der sich auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezieht, welche für jeden Fahrmodus vorgesehen ist, und zwar zusätzlich zu dem Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul. Der Sollwert-Einstellmodul stellt in Abhängigkeit von einer Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar basierend auf dem Fahrmodus, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wird, indem eine entsprechende Variation aus dem Speichermodul ausgelesen wird und zwar für den Fahrmodus, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wurde und indem auf die entsprechende Variation Bezug genommen wird, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der mit Hilfe des Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wurde.

[0011] Ein anderer Aspekt der Erfindung betrifft ein zweites Brennstoffzellenfahrzeug, welches folgendes enthält: einen Motor, der dazu bestimmt ist Räder in Drehung zu versetzen; Brennstoffzellen, die elektrische Energie mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidiерenden Gas erzeugen; einem Akkumulator, der mit elektrischer Energie geladen wird und der entladen wird, um elektrische Energie auszugeben; einen Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor, der eine Fahrzeuggeschwindigkeit detektiert; einen Energieanforderungs-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um eine Energieanforderung einzustellen; einen Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den

Motor ausgegeben werden soll und zwar entsprechend der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Erhöhung der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt wird, die mit Hilfe des Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektors detektiert wird; und einen Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht wird, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wird.

[0012] Das Brennstoffzellenfahrzeug gemäß dem anderen Aspekt der Erfindung stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt wird. Das Brennstoffzellenfahrzeug steuert dann die Brennstoffzellen und den Motor, um die Möglichkeit zu schaffen, dass der Wert der elektrischen Energie, der momentan oder aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und der Wert der elektrischen Energie, der momentan oder aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht wird. Das Brennstoffzellenfahrzeug dieses Aspektes stellt in angemessener Weise im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit. Diese Anordnung verbessert in wünschenswerter Weise die Fahrfähigkeit oder Fahrbarkeit und den Brennstoffverbrauch und zwar im Vergleich mit einer herkömmlichen Konstruktion eines Brennstoffzellenfahrzeugs. Der Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor kann eine Drehgeschwindigkeit des Motors in einer Konstruktion detektieren entsprechend einer direkten Verbindung einer Achse des Brennstoffzellenfahrzeugs mit einer Drehwelle des Motors.

[0013] Bei einer bevorzugten Anwendung des Brennstoffzellenfahrzeugs gemäß dem oben erläuterten Aspekt der Erfindung stellt der Sollwert-Einstellmodul im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Ener-

gie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, sodass ein größerer Wert in Bezug auf den Sollwert der elektrischen Energie in einem höheren Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich eingestellt wird als in Bezug auf den Sollwert der elektrischen Energie bei einem niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich. Eine derartige Einstellung führt dazu, dass das Drehmoment des Akkulators, welches auf den Motor in dem Fahrzeughochgeschwindigkeitsbereich aufgebracht wird, im Wesentlichen äquivalent ist zu dem aufgebrachten Drehmoment in dem Fahrzeugniedriggeschwindigkeitsbereich. Dies ermöglicht es dem Fahrer ein praktisch äquivalentes Beschleunigungsgefühl zu erreichen und zwar ungeachtet der Fahrzeuggeschwindigkeit, sodass dadurch die Fahrbarkeit verbessert wird. Die auf den Motor aufgebrachte Energie wird als Produkt aus der Drehgeschwindigkeit und dem Drehmoment des Motors ausgedrückt. Bei einer fixierten Energie des Akkulators, die auf den Motor aufgebracht wird, wird ein kleineres Drehmoment in dem Fahrzeughochgeschwindigkeitsbereich ausgegeben und zwar bei der höheren Drehgeschwindigkeit des Motors als das Ausgabedrehmoment in dem Fahrzeugniedriggeschwindigkeitsbereich bei niedriger Drehgeschwindigkeit des Motors. Die erhöhte elektrische Energie, die von dem Akkumulator an den Motor in dem Fahrzeughochgeschwindigkeitsbereich ausgegeben wird und zwar in Bezug auf die ausgegebene elektrische Energie in dem Fahrzeugniedriggeschwindigkeitsbereich schafft die Möglichkeit, dass das Drehmoment des Akkulators, welches zu dem Motor in dem Fahrzeughochgeschwindigkeitsbereich übertragen wird oder aufgebracht wird, im Wesentlichen äquivalent zu dem aufgebrachten Drehmoment in dem Fahrzeugniedriggeschwindigkeitsbereich gemacht wird.

[0014] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor ausgestattet ist, ferner einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist. Der Sollwert-Einstellmodul stellt im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf sowohl der Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, als auch basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wird. Diese Anordnung vermittelt dem Fahrzeug ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl oder schränkt die Beschleunigung auch ein, um den Brennstoffverbrauch zu verbessern, und zwar im An-

sprechen auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers.

[0015] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor ausgerüstet ist, ferner einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie zu speichern, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, was für jeden voreingestellten Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich vorgesehen ist und zwar zusätzlich zu dem Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul. Der Sollwert-Einstellmodul stellt im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, indem dieser die entsprechende Variation, die für einen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich der Fahrzeuggeschwindigkeit vorgesehen ist, welche durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, aus dem Speichermodul ausliest und zwar unter Bezugnahme auf die entsprechende Variation, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wurde.

[0016] Ein noch anderer Aspekt der Erfindung betrifft ein drittes Brennstoffzellenfahrzeug, welches folgendes aufweist: einen Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen; Brennstoffzellen, die elektrische Energie mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas erzeugen; einen Akkumulator, der mit elektrischer Energie geladen wird und der zur Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird; einen Steigungsdetektor, der eine Bergsteigung einer Fahrbahnoberfläche detektiert; einen Energieanforderungs-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um eine Energieanforderung einzustellen; einen Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Erhöhung der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Bergsteigung eingestellt wird, die mit Hilfe des Steigungsdetektors de-

tektiert wird; einen Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht wird, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

[0017] Das Brennstoffzellenfahrzeug gemäß dem noch weiteren anderen Aspekt der Erfindung stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, auf der Grundlage der Bergsteigung eingestellt wird. Das Brennstoffzellenfahrzeug steuert dann die Brennstoffzellen und den Motor, um die Möglichkeit zu schaffen, dass der Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und der Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht werden kann. Das Brennstoffzellenfahrzeug gemäß diesem Aspekt stellt in angemessener Weise im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar in Einklang mit der Bergsteigung. Diese Anordnung verbessert in wünschenswerter Weise die Fahrbarkeit und auch den Brennstoffverbrauch im Vergleich zu der herkömmlichen Konstruktion eines Brennstoffzellenfahrzeugs.

[0018] Bei einer bevorzugten Anwendung des Brennstoffzellenfahrzeugs gemäß dem oben erläuterten Aspekt der Erfindung stellt der Sollwert-Einstellmodul im Ansprechen auf eine Erhöhung der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Bergsteigung, die mit Hilfe des Steigungsdetektors detektiert wird und zwar in solcher Weise, dass der Sollwert der elektrischen Energie sich mit einer Zunahme der detektierten Bergsteigung erhöht. Die höhere Bergsteigung führt allgemein zu einem größeren Beschleunigungswiderstand als eine kleinere Bergsteigung. Die erhöhte elektrische Energie, die von dem Akkumulator an den Motor bei einer höheren Bergsteigung ausgegeben wird und zwar gegenüber der ausgegebenen elektrischen Energie bei einer niedrigeren Bergsteigung ermöglicht es demzufolge, dass der Fahrer ein im Wesentlichen äquivalentes Beschleunigungs-

gefühl erhält.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Steigungsdetektor ausgerüstet ist, ferner einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist. Der Sollwert-Einstellmodul stellt in Abhängigkeit von einer Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf sowohl der Bergsteigung, die mit Hilfe des Steigungsdetektors detektiert wird, als auch basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der mit Hilfe des Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wird. Diese Anordnung vermittelt dem Fahrer ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl oder schränkt die Beschleunigung zur Verbesserung des Brennstoffverbrauchs ein und zwar im Ansprechen auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers.

[0020] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Steigungsdetektor ausgestattet ist, ferner einen Speichermodul, der so konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie zu speichern, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, was für jeden voreingestellten Bergsteigungsbereich vorgesehen ist und zwar zusätzlich zu dem Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul. Der Sollwert-Einstellmodul stellt im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Bergsteigung, die mit Hilfe des Steigungsdetektors detektiert wird, indem dieser die entsprechende Variation für einen Bergsteigungsbereich der Bergsteigung, die durch den Steigungsdetektor detektiert wurde, aus dem Speichermodul aussliest und zwar mit Bezugnahme auf die entsprechende Variation, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wird.

[0021] Gemäß einem anderen Aspekt betrifft die Erfindung ein viertes Brennstoffzellenfahrzeug, welches folgendes enthält: einen Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen; Brennstoffzellen, die elektrische Energie mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas erzeugen; einen

Akkumulator, der mit elektrischer Energie geladen wird und der für die Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird; einen Reibungskoeffizient-Detektor, der einen Reibungskoeffizient der Straßenoberfläche detektiert; einen Energiebedarf-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Energiebedarf einzustellen; einen Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, welcher von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche eingestellt wird, der mit Hilfe des Reibungskoeffizient-Detektors detektiert wird; und einen Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, den Wert der elektrischen Energie, die aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird und den Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie zu bringen, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

[0022] Das Brennstoffzellenfahrzeug gemäß dem anderen Aspekt der Erfindung stellt den Sollwert der elektrischen Energie, die von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem eingestellten Energiebedarf ein und zwar in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Erhöhung der Energieanforderung der Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche eingestellt wird. Das Brennstoffzellenfahrzeug steuert dann die Brennstoffzellen und den Motor, um die Möglichkeit zu schaffen, den Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und den Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie zu bringen. Das Brennstoffzellenfahrzeug dieses Aspektes stellt in angemessener Weise im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, in Übereinstimmung mit dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche ein. Diese Anordnung verbessert in wünschenswerter Weise die Fahrbarkeit und den Brennstoffverbrauch und zwar verglichen mit der herkömmlichen Konstruktion eines Brennstoffzellenfahrzeugs.

[0023] Bei einer bevorzugten Anwendung des Brennstoffzellenfahrzeugs gemäß dem oben erläuterten Aspekt der Erfindung stellt der Sollwert-Einstellmodul im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung, den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche, der mit Hilfe des Reibungskoeffizient-Detektors detektiert wird und zwar in solcher Weise, dass der Sollwert der elektrischen Energie mit einer Abnahme in dem detektierten Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche abnimmt. Die Straßenoberfläche mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche besitzt allgemein eine höhere Schlupftendenz als eine Straßenoberfläche mit einem hohen Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche. Die reduzierte elektrische Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben wird, verhindert in wünschenswerter Weise ein plötzliches Anlegen eines hohen Drehmoments und erhöht somit die Fahrbarkeit.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Reibungskoeffizient-Detektor ausgerüstet ist, ferner einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, welcher auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist. Der Sollwert-Einstellmodul stellt im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf sowohl dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche, der mit Hilfe des Reibungskoeffizient-Detektors detektiert wird, und basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wird. Diese Anordnung vermittelt dem Fahrer ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl oder schränkt auch die Beschleunigung ein, um den Brennstoffverbrauch auf einer normalen Straßenoberfläche mit niedriger Schlupftendenz zu verbessern, wobei jedoch auch das Auftreten eines Schlupfes auf der Straßenoberfläche bei hoher Schlupftendenz verhindert wird.

[0025] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug, welches mit dem Reibungskoeffizient-Detektor ausgerüstet ist, ferner einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Variation oder Schwankung in dem Sollwert der elektrischen Energie zu speichern, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben wird, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei diese Möglichkeit für jeden voreingestellten Straßenoberfläche-Reibungskoeffizientenbereich realisiert ist und zwar zusätzlich zu dem Beschleunigungsabsicht-Par-

rameter-Spezifikationsmodul. Der Sollwert-Einstellmodul stellt im Ansprechen auf eine Zunahme der Energieanforderung den Sollwert der elektrischen Energie ein, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird, indem eine entsprechende Variation, die für einen Straßenoberfläche-Reibungskoeffizientenbereich des Straßenoberflächen-Reibungskoeffizienten vorgesehen ist, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird, aus dem Speichermodul ausgelesen wird und zwar unter Bezugnahme auf die entsprechende Variation, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wurde.

[0026] Gemäß einem noch weiteren Aspekt betrifft die Erfindung auch ein fünftes Brennstoffzellenfahrzeug, welches folgendes enthält: einen Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen; Brennstoffzellen, die mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas elektrische Energie erzeugen; einen Akkumulator, der mit elektrischer Energie geladen wird und der entladen wird, um elektrische Energie abzugeben; einem Energieanforderungs-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Energieanforderung einzustellen; einen Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass ein größerer Wert des Sollwertes der elektrischen Energie eingestellt wird, der von dem Akkumulator an den Motor in einem Zustand ausgegeben werden soll und zwar unmittelbar nach dem erneuten Startbetrieb der Brennstoffzellen, als der Sollwert der elektrischen Energie in einem gewöhnlichen Zustand; und einen Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen einen Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und einen Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie zu bringen, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

[0027] Das Brennstoffzellenfahrzeug gemäß einem noch anderen Aspekt der Erfindung stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein,

die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, in Einklang mit der eingestellten Energieanforderung und zwar in solcher Weise, dass ein größerer Wert in Bezug auf den Sollwert der elektrischen Energie eingestellt wird, die von dem Akkumulator an den Motor in einem Zustand ausgegeben wird unmittelbar nach dem erneuten Startbetrieb der Brennstoffzellen als der Sollwert der elektrischen Energie in dem gewöhnlichen Zustand. Das Brennstoffzellenfahrzeug steuert dann die Brennstoffzellen und den Motor, um die Möglichkeit zu schaffen, dass der Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird und der Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht wird. Die Brennstoffzellen besitzen allgemein ein schlechtes Ansprechverhalten in einem Zustand unmittelbar nach einem erneuten Startbetrieb und zwar verglichen mit einem Ansprechverhalten im gewöhnlichen Zustand. Der Akkumulator besitzt in typischer Weise ein besseres Ansprechverhalten als das Ansprechverhalten der Brennstoffzellen. Die erhöhte elektrische Energie, die von dem Akkumulator an den Motor in einem Zustand ausgegeben wird, unmittelbar nach dem erneuten Startbetrieb der Brennstoffzellen, die größer als die ausgegebene elektrische Energie in dem gewöhnlichen Zustand verbessert effektiv das Gesamt-Energieausgabe-Ansprechverhalten und verhindert eine Verschlechterung der Fahrbarkeit.

[0028] Bei dem Brennstoffzellenfahrzeug nach diesem Aspekt kann der Zustand, der unmittelbar nach dem Wiederstartbetrieb der Brennstoffzellen eintritt, aus einem Zustand bestehen, der sich unmittelbar nach dem erneuten Start des Betriebes der Brennstoffzellen einstellt und zwar nach Befriedigung eines voreingestellten Brennstoffzellenbetrieb-Wiederstartzustandes oder -bedingung, die auf einen Stopp des Betriebes der Brennstoffzellen folgt und zwar nach der Befriedigung eines voreingestellten Brennstoffzellenbetrieb-Stoppzustandes.

[0029] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug ferner einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist. Der Sollwert-Einstellmodul stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und stellt den Sollwert der elektrischen Energie ein, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar entsprechend der eingestellten Energieanforderung in solcher Weise, dass der Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, in dem gewöhnlichen Zustand basierend auf dem Beschleunigungs-

absicht-Parameter eingestellt wird, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wird, wobei auch ein größerer Wert für den Sollwert der elektrischen Energie eingestellt wird, der von dem Akkumulator an den Motor in einem Zustand ausgegeben soll, unmittelbar nach dem erneuten Startbetrieb der Brennstoffzellen, größer als der Sollwert der elektrischen Energie in dem gewöhnlichen Zustand. Diese Anordnung vermittelt dem Fahrer ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl oder schränkt die Beschleunigung ein, um den Brennstoffverbrauch zu verbessern und zwar in Abhängigkeit oder im Ansprechen auf eine Beschleunigungsabsicht des Fahrers.

[0030] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Brennstoffzellenfahrzeug ferner einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Schwankung oder Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie zu speichern, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der aus die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei diese Größen getrennt für gewöhnlichen Zustand und auch für einen Zustand vorgesehen sind, unmittelbar nach dem Wiederstartbetrieb der Brennstoffzellen, zusätzlich zu dem Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul. Der Sollwert-Einstellmodul spezifiziert einen momentanen Betriebszustand der Brennstoffzellen, liest eine entsprechende Variation, die für den gewöhnlichen Zustand vorgesehen ist, oder eine Variation für einen Zustand unmittelbar nach dem Wiederstartbetrieb der Brennstoffzellen entsprechend dem spezifizierten momentanen Betriebszustand der Brennstoffzellen aus und nimmt Bezug auf die entsprechende Variation oder Schwankung, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll und zwar entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul spezifiziert wurde.

[0031] Bei dem Brennstoffzellenfahrzeug, welches irgendeine der oben erläuterten Konfigurationen aufweist und zwar in Verbindung mit dem Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul, kann der Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul beispielsweise eine Änderungsrate einer Beschleunigungsöffnung bzw. eines Beschleunigungsöffnungszustandes spezifizieren, der eine zeitliche Schwankung oder Variation in dem Ausmaß des Niederdrückens eines Gaspedals durch den Fahrer repräsentiert und zwar als den Beschleunigungsabsicht-Parameter. Bei einem anderen Beispiel kann der Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifikationsmodul eine zeitliche Variation oder Schwankung einer Antriebsenergieanforderung spezifizieren, die gemäß dem Ausmaß des Niederdrückens des Gas-

pedals durch den Fahrer bestimmt wird und zwar als den Beschleunigungsabsicht-Parameter.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] [Fig. 1](#) veranschaulicht schematisch die Konfiguration eines Brennstoffzellenfahrzeugs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0033] [Fig. 2](#) zeigt die schematische Konstruktion einer Brennstoffzelle;

[0034] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, welches eine Fahrsteuer-Routine wiedergibt;

[0035] [Fig. 4](#) zeigt ein Beispiel eines Drehmomentanforderungs-Einstellplanes;

[0036] [Fig. 5](#) veranschaulicht Batterie-Unterstützungspläne, welche zeitliche Variationen und oder Schwankungen der Batterieunterstützung wiedergeben;

[0037] [Fig. 5\(a\)](#) zeigt einen Brennstoffverbrauch-Prioritätsplan;

[0038] [Fig. 5\(b\)](#) zeigt einen gewöhnlichen Plan;

[0039] [Fig. 5\(c\)](#) zeigt einen Beschleunigungs-Prioritätsplan;

[0040] [Fig. 6](#) zeigt Graphen, welche charakteristische Brennstoffzellenkurven wiedergeben;

[0041] [Fig. 6\(a\)](#) zeigt eine P-I-Charakteristikkurve;

[0042] [Fig. 6\(b\)](#) zeigt einen I-V-Charakteristikkurve;

[0043] [Fig. 7](#) veranschaulicht einen Graphen, der eine Variation oder Schwankung in der Gesamtausgangsleistung oder -ausgabeenergie gegenüber der verstrichenen Zeit darstellt;

[0044] [Fig. 8](#) gibt Graphen wieder, die Schwankungen oder Variationen in der gesamten Ausgangsleistung oder Ausgabeenergie gegenüber der verstrichenen Zeit veranschaulichen;

[0045] [Fig. 8\(a\)](#) ist eine Graph in einer Modus-Position MP, die auf einen Wirtschaftlichkeits-Modus eingestellt ist;

[0046] [Fig. 8\(b\)](#) zeigt einen Graphen in der Modus-Position MP, die auf einen gewöhnlichen Modus eingestellt ist;

[0047] [Fig. 8\(c\)](#) ist ein Graph in der Modus-Position MP, die auf einen Sport-Modus eingestellt ist;

[0048] [Fig. 9](#) veranschaulicht einen Batterie-Unter-

stützungsplan, der dafür ausgelegt ist eine größere zeitliche Schwankung des Unterstützungsbeitrages bei hoher Fahrzeuggeschwindigkeit zu liefern;

[0049] [Fig. 10](#) veranschaulicht Batterie-Unterstützungspläne;

[0050] [Fig. 10\(a\)](#) veranschaulicht einen Geringsteigungsbereich-Plan;

[0051] [Fig. 10\(b\)](#) veranschaulicht einen moderaten Steigungsbereich-Plan;

[0052] [Fig. 10\(c\)](#) zeigt einen Starksteigungsbereich-Plan;

[0053] [Fig. 11](#) veranschaulicht Batterie-Unterstützungspläne;

[0054] [Fig. 11\(a\)](#) gibt einen Plan gemäß einer niedrigen μ -Straßenoberfläche wieder;

[0055] [Fig. 11\(b\)](#) veranschaulicht einen normalen Straßenoberflächenplan;

[0056] [Fig. 12](#) ist ein Flussdiagramm, welches einen modifizierten Fluss der Fahrsteuerroutine veranschaulicht; und

[0057] [Fig. 13](#) zeigt Batterie-Unterstützungspläne;

[0058] [Fig. 13\(a\)](#) einen gewöhnlichen FC-Betriebsplan; und

[0059] [Fig. 13\(b\)](#) einen abgesenkten FC-Ansprechplan.

Die besten Arten die Erfindung auszuführen

[0060] Eine Art die Erfindung auszuführen, wird weiter unten unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. [Fig. 1](#) zeigt schematisch die Konfiguration eines Brennstoffzellenfahrzeugs **10** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0061] Das Brennstoffzellenfahrzeug **10** enthält einen Brennstoffzellenstapel **30**, der dadurch erhalten wird, indem eine Vielzahl an Brennstoffzellen **40** laminiert werden, welche elektrische Energie mittels einer elektrochemischen Reaktion erzeugen und zwar zwischen Wasserstoff als Brennstoffgas und Sauerstoff, der in Luft enthalten ist, als Oxidationsgas. Das Brennstoffzellenfahrzeug **10** enthält auch einen Motor **52**, der mit dem Brennstoffzellenstapel **30** über einen Inverter **54** verbunden ist, eine Batterie **58**, die über einen Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzer **56** mit Stromversorgungsleitungen **53** verbunden ist, um den Brennstoffzellenstapel **30** mit dem Inverter **54** zu verbinden, und eine elektronische Steuerseinheit **70**, welche die Betriebe des gesamten Brenn-

stoffzellenfahrzeugs **10** steuert. Ein Antriebswelle **64** ist mit Antriebsrädern **63, 63** über ein Differenzialgetriebe **62** verbunden, sodass die von dem Motor **52** erzeugte Energie über die Antriebswelle **64** übertragen wird und eventuell an die Antriebsräder **63, 63** ausgegeben wird.

[0062] Der Brennstoffzellenstapel **30** wird dadurch realisiert, indem eine Anzahl (beispielsweise mehrere hundert) an Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen **40** aufeinander laminiert werden. [Fig. 2](#) zeigt die schematische Struktur der Brennstoffzelle **40**. Wie dargestellt ist, enthält die Brennstoffzelle **40** eine Protonen-leitende Festkörper-Elektrolytmembran **42**, die aus einem Polymermaterial hergestellt ist wie beispielsweise Fluorharz, und enthält eine Anode **43** und eine Kathode **44** als Gasdiffusionselektroden, die aus einem Kohlenstoff-Stoff hergestellt sind mit entweder einem Platin-Katalysator oder einem Platinlegierung-Katalysator der darauf aufgebracht ist und die über der Festkörper-Elektrolytmembran **42** platziert sind, wobei die jeweiligen Katalysatoren aufweisenden Flächen in Kontakt mit der Festkörper-Elektrolytmembran **42** stehen, um dadurch eine verbundförmige Struktur zu bilden. Die Brennstoffzelle **40** enthält auch zwei Separatoren **45**, die über der verbundförmigen Struktur platziert sind und die in Kombination mit der Anode **43** einen Brennstoffgas-Strömungspfad **46** bilden und die in Kombination mit der Kathode **44** einen Oxidationsgas-Strömungspfad **47** bilden, wobei diese als Trennwände fungieren und zwar für jeweils benachbarte Brennstoffzellen **40**. Das Wasserstoffgas, welches durch den Brennstoffgas-Strömungskanal oder -pfad **46** strömt, wird an der Anode der **43** diffus verteilt und wird durch die Funktion des Katalysators in Protonen und Elektronen aufgeteilt. Das Proton wird über die Festkörper-Elektrolytmembran **42** übertragen, die in einem feuchten Zustand gehalten wird und zwar zur Kathode **44** hin, während das Elektron durch eine externe Schaltung verläuft oder fließt und die Kathode **44** erreicht. Der Sauerstoff in der Luft, der durch den Oxidationsgas-Strömungspfad **47** strömt, wird an der Kathode **44** diffus verteilt und wird zur Reaktion mit dem Proton und dem Elektron an den Katalysator gebracht, um Wasser zu erzeugen. Vermittels dieser elektrochemischen Reaktion besitzt jede Brennstoffzelle **40** eine elektromotorische Kraft und erzeugt elektrische Energie. Ein Amperemeter **31** und ein Voltmeter **33** sind an dem Brennstoffzellenstapel **30** angebracht. Das Amperemeter **31** detektiert den elektrischen Strom, der von dem Brennstoffzellenstapel **30** ausgegeben wird, während das Voltmeter **33** die Spannung detektiert, die von dem Brennstoffzellenstapel **30** abgegeben wird.

[0063] Der Brennstoffzellenstapel **30** ist mit einem Wasserstofftank **12** ausgerüstet, um Wasserstoff zuzuführen, und enthält einen Luftkompressor **22**, um die Luftzuführung unter Druck durchzuführen. Der

Wasserstofftank **12** enthält einen Speicher mit unter hohem Druck stehenden Wasserstoff entsprechend mehreren zehn MPa. Das unter hohem Druck stehende Wasserstoffgas wird einer Druckregulierung durch einen Regulator **14** unterworfen und wird dem Brennstoffzellenstapel **30** zugeführt. Das Wasserstoffgas, welches dem Brennstoffzellenstapel **30** zugeführt wird, strömt durch die Brennstoffgas-Strömungspfade **46** der jeweiligen Brennstoffzellen **40** (siehe [Fig. 2](#)) und wird dann zu einer Brennstoffgas-Abgasleitung **32** geleitet. Die Brennstoffgas-Abgasleitung **32** ist mit einem Anoden-Reinigungsventil **18** ausgerüstet, um die Wasserstoffkonzentration in dem Brennstoffzellenstapel **30** zu erhöhen. Die Konzentration des Wasserstoffes in den Brennstoffgas-Strömungspfaden **46** (siehe [Fig. 2](#)) wird abgesenkt und zwar durch Übertragen von Stickstoff in die Luft aus den Oxidationsgas-Strömungspfaden **47** in die Anode **43**. Das Anoden-Reinigungsventil **18** wird demzufolge geöffnet und zwar für eine vorbestimmte Öffnungszeit in voreingestellten Intervallen, um den Stickstoff aus den Brennstoffgas-Strömungspfaden **46** auszutreiben. Eine Wasserstoff-Zirkulationspumpe **20** wird angetrieben, um ein Wasserstoff enthaltendes Gas, welches an einer Stelle zwischen dem Brennstoffzellenstapel **30** und dem Anoden-Reinigungsventil **18** vorhanden ist, in das Brennstoffgas-Abgasrohr oder -leitung **32** einzuleiten und zwar in eine Stelle zwischen dem Brennstoffzellenstapel **30** und dem Regulator **14** in dem Brennstoffgas-Abgasrohr oder -leitung **32**. Die Zuführerate des Wasserstoffes wird dadurch reguliert, indem die Drehgeschwindigkeit der Wasserstoff-Zirkulationspumpe **20** variiert wird.

[0064] Der Luftkompressor **22** arbeitet in solcher Weise, um die Ansaugluft mit Druck zuzuführen, welche von der Atmosphäre über eine Luftreinigungsvorrichtung (nicht gezeigt) aufgenommen wird, und zwar zu dem Brennstoffzellenstapel **30** zuzuführen. Die Zuführungsrate von Sauerstoff wird dadurch geregelt, indem die Drehgeschwindigkeit des Luftkompressors **22** variiert wird. Ein Befeuchter **24** ist zwischen dem Luftkompressor **22** und dem Brennstoffzellenstapel **30** vorgesehen. Der Befeuchter **24** befeuchtet die Luft, die unter Druck stehend durch den Luftkompressor **22** zugeführt wird und leitet die befeuchtete Luft dem Brennstoffzellenstapel **30** zu. Die dem Brennstoffzellenstapel **30** zugeführte Luft strömt durch die Oxidationsgas-Strömungspfade **47** der jeweiligen Brennstoffzellen **40** (siehe [Fig. 2](#)) und wird dann in das Oxidationsgas-Austragsrohr **34** ausgetragen. Das Oxidationsgas-Austragsrohr **34** ist mit einem Luftdruckregler **26** ausgestattet, um den Druck in den Oxidationsgas-Strömungspfaden **47** einzustellen. Die von dem Brennstoffzellenstapel **30** in das Oxidationsgas-Austragsrohr **34** ausgetragene Luft ist mit dem Wasser befeuchtet, welches durch die elektrochemische Reaktion erzeugt wird. Der Befeuchter **24** überträgt die Feuchtigkeit von der ausgetragenen

feuchten Luft zu der unter Druck zugeführten Luftzuführung.

[0065] Die Hilfsmaschinerie, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, enthält beispielsweise den Regulator **14**, den Befeuchter **24**, das Anoden-Reinigungsventil **18**, die Wasserstoff-Zirkulationspumpe **20**, den Luftkompressor **22** und den Luftdruckregulator **26** und empfängt eine Zufuhr der elektrischen Energie von entweder dem Brennstoffzellenstapel **30** oder von der Batterie **58**.

[0066] Der Motor **52** ist mit der Antriebswelle **64** verbunden und ist in Form eines bekannten Synchronmotor/Generators konstruiert, der sowohl als ein Generator als auch als Motor arbeiten kann. Der Motor **52** überträgt elektrische Energie zu und von der Batterie **58** und auch zu und von dem Brennstoffzellenstapel **30** über den Inverter **54**.

[0067] Die Batterie **58** kann aus einer bekannten Nickelmetall-Wasserstoffbatterie oder Lithiumionen-Sekundärbatterie bestehen und ist in Reihe mit dem Brennstoffzellenstapel **30** über den Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzer **56** verbunden. Die Batterie **58** sammelt die regenerative Energie, die durch eine Verzögerung des Brennstoffzellenfahrzeugs **10** erzeugt wird, und auch die elektrische Energie, die durch den Brennstoffzellenstapel **30** erzeugt wird und entlädt die gesammelte elektrische Energie, um die unzureichende elektrische Energie zu unterstützen, die durch den Brennstoffzellenstapel **30** erzeugt wird und zwar entsprechend einer Energieanforderung des Motors **52**. Der letztere Betrieb führt elektrische Energie zu dem Motor **52** zu, um eine Kompensation der unzureichenden elektrischen Energie herbeizuführen, die durch den Brennstoffzellenstapel **30** erzeugt wird. Dieser Betrieb wird somit im Folgenden als Unterstützung der Batterie **58** für den Brennstoffzellenstapel **30** bezeichnet oder einfach als Batterieunterstützung. Die Batterie **58** kann auch durch einen Kondensator ersetzt sein.

[0068] Die elektronische Steuereinheit **70** ist in Form eines Einchip-Mikroprozessors konstruiert und enthält eine CPU **72**, einen ROM **74**, der Verarbeitungsprogramme gespeichert enthält, einen RAM **76**, der zeitweilige Daten speichert, und Eingangs- und Ausgangsports (nicht gezeigt). Die elektronische Steuereinheit **60** empfängt über ihren Eingangsport einen Ausgangstrom Ifc und eine Ausgangsspannung Vfc des Brennstoffzellenstapels **30**, die jeweils durch das Ampermeter **31** und das Voltmeter **33** gemessen werden, und empfängt Signale, welche die Strömungsrate und die Temperaturen der Wasserstoffversorgung und der Luftversorgung angeben und zwar zu dem Brennstoffzellenstapel **30**, gemessen durch Strömungsmessgeräte und Thermometer (nicht gezeigt), ferner Signale, welche die Betriebszustände des Befeuchters **24** und des Luftkompressors

sors **22** betreffen, Signale, die zur Steuerung des Betriebes des Motors **52** erforderlich sind (beispielsweise eine Drehgeschwindigkeit Nm des Motors **52** und die Phasenströme, die an den Motor **52** anzulegen sind), und einen Lade-Entlade-Strom, der für die Steuerung und das Management des Betriebes der Batterie **58** erforderlich ist. Die elektronische Steuereinheit **70** berechnet einen momentanen Zustand der Aufladung (SOC) der Batterie **58** anhand eines integrierten Wertes des Lade-Entlade-Stromes der Batterie **58**, und berechnet auch die Ausgangsleistung oder Abgabeenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** anhand des Ausgangsstromes Ifc und anhand der Ausgangsspannung Vfc des Brennstoffzellenstapels **30**. Die elektronische Steuereinheit **70** empfängt auch über ihren Eingangsport die Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **88**, eine Gangschiebeposition SP oder eine momentane Einstellposition eines Gangschalt-hebels **81** von einem Gangschalt-Positionssensor **82** und die Beschleunigungsoffnung Acc oder das Ausmaß des Niederdrückens eines Gaspedals **83** durch einen Fahrer von einem Beschleunigungspedal-Positionssensor **84**, eine Bremspedalposition BP oder das Ausmaß des Niederdrückens eines Bremspedals **85** durch den Fahrer von einem Bremspedal-Positionssensor **86**, eine Straßensteigung Rθ oder den Gradienten der Straßenoberfläche von einem Steigungssensor **89**, eine Modus-Position MP, die durch den Fahrer eingestellt wird und zwar von einem Fahrmodus-Schalter **90**, Antriebsradgeschwindigkeitssensoren **91**, die an den Antriebsräder **63**, **63** angebracht sind. Bei der Konstruktion gemäß dieser Ausführungsform ist die Einstellung des Fahrmodus-Schalters **90** durch den Fahrer auswählbar und zwar unter drei Optionen, das heißt einem wirtschaftlichen Modus, der in Verbindung mit dem Brennstoffverbrauch Priorität erhält, einem Sport-Modus, der bei einer Beschleunigung Priorität erhält, und einem Zwischen-Gewöhnlich-Modus, der zwischen den zwei vorangehend erläuterten Modi gelegen ist. Die elektronische Steuereinheit **70** gibt über ihren Ausgangsport verschiedene Steuersignale und Antriebssignale aus, beispielsweise Antriebssignale an den Luftkompressor **22**, Steuersignale an den Befeuchter **16**, Steuersignale an den Regulator **14**, an das Anoden-Reinigungsventil **18** und den Luftdruckregulator **26**, Steuersignale an den Inverter **54** und auch Steuersignale an den Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzer **56**.

[0069] Die folgende Beschreibung befasst sich mit einer Folge von Betrieben, die in dem Brennstoffzellenfahrzeug **10** der Ausführungsform ausgeführt werden, welches in der oben erläuterten Weise konstruiert ist. [Fig. 3](#) zeigt ein Flussdiagramm, welches eine Fahrsteuer-Routine wiedergibt, die wiederholt in voreingestellten Zeitintervallen wiederholt wird (beispielsweise alle 8 Millisekunden) und zwar durch die

elektronische Steuereinheit **70**, während das Brennstoffzellenfahrzeug **10** mit der Energieerzeugung des Brennstoffzellenstapels **30** angetrieben wird. Um die Erläuterung einfach zu halten, wird hier angenommen, dass ein Antriebsenergiebedarf P_{dr}^* durch die Ausgangsenergie P_{fc} des Brennstoffzellenstapels **30** alleine abgedeckt werden kann und dass der Ladezustand SOC der Batterie **58** sich in einem angemessenen Ladebereich befindet, bei dem keine Forderung für eine Aufladung besteht.

[0070] Beim Start der Fahrsteuer-Routine speist die CPU **72** der elektronischen Steuereinheit **70** zuerst vielfältige Daten, die für die Steuerung oder Regelung erforderlich sind, das heißt die Beschleunigungsöffnungsgröße Acc von dem Beschleunigungs-pedal-Positionssensor **84**, die Fahrzeuggeschwindigkeitsgröße V von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **88**, die Drehgeschwindigkeit Nm des Motors **52**, den Ausgangstrom Ifc des Brennstoffzellenstapels **30** von dem Ampermeter **31**, die Ausgangsspannung Vfc des Brennstoffzellenstapels **30** von dem Voltmeter **33**, die Modus-Positionsgröße MP von dem Modus-Schalter **90** und den Lade-Entlade-Strom von der Batterie **58** ein (Schritt S110).

[0071] Nach der Dateneingabe stellt die CPU **72** eine Antriebsdrehmoment-Forderung T_{dr}^* ein, die an die Antriebswelle **64** ausgegeben werden soll, welche mit den Antriebsrädern **63, 63** verbunden ist, und zwar in Form eines Drehmoments, welches für das Brennstoffzellenfahrzeug **10** erforderlich ist, und einen FC-Energiebetrag oder -anforderung P_{fc}^* , die für den Brennstoffzellenstapel **30** erforderlich ist, basierend auf der eingespeisten Beschleunigungsöffnungsgröße Acc und basierend auf der eingespeisten Fahrzeuggeschwindigkeit V (Schritt S115). Eine konkrete Prozedur der Einstellung der Antriebsdrehmoment-Forderung T_{dr}^* bei dieser Ausführungsform speichert im Voraus Variationen in der Antriebsdrehmoment-Forderung T_{dr}^* gegenüber der Beschleunigungsöffnungsgröße Acc und der Fahrzeuggeschwindigkeit V als einen Drehmomentanforderung-Einstellplan in dem ROM **74** und liest die Antriebsdrehmoment-Forderung oder -Bedarf T_{dr}^* entsprechend der gegebenen Beschleunigungsöffnungsgröße Acc und der gegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit V aus dem Drehmomentanforderung-Einstellplan aus. Ein Beispiel des Drehmomentanforderung-Einstellplans ist in [Fig. 4](#) gezeigt. Die FC-Energieanforderung P_{fc}^* ist als Summe aus dem Produkt zwischen dem eingestellten Antriebsenergie-Bedarf T_{dr}^* und einer Drehgeschwindigkeit Ndr der Antriebswelle **64** gegeben (dies ist gleich mit dem Antriebsenergie-Bedarf P_{dr}^*) und einem Lade-Entlade-Energiebedarf P_{b}^* , der in die Batterie **58** geladen oder aus dieser entladen werden soll. Wie bereits an früherer Stelle erwähnt wurde, ist hierbei angenommen, dass der Antriebsenergie-Bedarf oder -Forderung P_{dr}^* durch die Ausgangsenergie P_{fc} des Brenn-

stoffzellenstapels **30** alleine abdeckbar ist und dass der Ladezustand SOC der Batterie **58** in einem angemessenen Ladebereich liegt, bei dem keine Forderung nach einer Nachladung besteht. Unter diesen Annahmen ist der FC-Energiebedarf P_{fc}^* gleich dem Antriebsenergie-Bedarf P_{dr}^* . Bei der Konstruktion gemäß dieser Ausführungsform ist, da eine Antriebswelle des Motors **52** direkt mit der Antriebswelle **64** verbunden ist, die Drehgeschwindigkeit Ndr der Antriebswelle **64** identisch mit der Drehgeschwindigkeit Nm des Motors **52**.

[0072] Die CPU **72** wählt nachfolgend einen angemessenen Batterie-Unterstützungsplan entsprechend der Modus-Position MP aus, die durch den Antriebsmodus-Schalter **90** eingespeist wurde (Schritt S120). Der Batterie-Unterstützungsplan repräsentiert eine zeitliche Schwankung oder Variation eines Unterstützungsbetrages gegenüber einer Änderungsrate in der Beschleunigungsöffnungsgröße ΔAcc (Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate), wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Drei Batterie-Unterstützungspläne sind für die jeweiligen Modi gemäß dem Wirtschaftlichkeits-Modus, dem gewöhnlichen Modus und dem Sport-Modus vorgesehen und sind in dem ROM **74** gespeichert. Die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc ist eine Differenz zwischen einer momentanen Beschleunigungsöffnungsgröße Acc, die bei dem Schritt S110 in einem momentanen Zyklus der Antriebssteuerungs-Routine eingespeist wird, und einer früheren Beschleunigungsöffnungsgröße Acc, die bei dem Schritt S110 bei einem früheren Zyklus der Antriebssteuerungs-Routine eingespeist wurde. Die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc wird als ein Parameter zum Einschätzen der Absicht des Fahrers gemäß einer Beschleunigungsanforderung verwendet. Ein großer Wert der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc bedeutet ein abruptes Niederdrücken des Gaspedals **83** in eine große Tiefe. In diesem Fall wird auf eine Anforderung einer abrupten Beschleunigung durch den Fahrer geschlossen. Eine kleinere Wert der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc bedeutet auf der anderen Seite ein geringeres Niederdrücken des Gaspedals **83**. In diesem Fall wird auf die Anforderung einer moderaten Beschleunigung durch den Fahrer geschlossen. Eine Multiplikation der zeitlichen Änderung des Unterstützungsbetrages mit einer Zeit, die verstrichen ist seit einem Start der Batterieunterstützung, liefert einen Unterstützungsbetrag Past der Batterie **58**. Jeder Batterie-Unterstützungsplan ist so ausgelegt, dass er die zeitliche Variation des Unterstützungsbetrages gleich mit Null hält und zwar bei der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc von nicht mehr oder höher als ein vorbestimmter Bezugswert Aref, und um die zeitliche Variation des Unterstützungsbetrages bei einer Zunahme der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc zu erhöhen, die höher liegt als der vorbestimmte Bezugswert Aref. Die Zunahme oder Erhöhung der Zeitvariation

des Unterstützungsbeitrages weist eine sanfte Steigung auf und zwar in der Größenordnung des Brennstoffverbrauch-Prioritätsplanes, des gewöhnlichen Planes und des Beschleunigungs-Prioritätsplanes. In jedem der Batterie-Unterstützungspläne erreicht die zeitliche Variation des Unterstützungsbeitrages seinen Maximalwert "t" bei der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc von nicht weniger oder kleiner als ein spezifischer Wert. Der Batterie-Unterstützungsplan, welcher bei dem Schritt S120 ausgewählt wird, ist der Brennstoffverbrauch-Prioritätsplan entsprechend dem Wirtschaftlichkeits-Modus gemäß der Eingabemodus-Position MP, ist der gewöhnliche Plan entsprechend dem gewöhnlichen Modus und besteht aus dem Beschleunigungs-Prioritätsplan entsprechend dem Sport-Modus.

[0073] Die CPU 72 berechnet nachfolgend die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc (Schritt S125). Es wird dann bestimmt, ob die berechnete Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc den vorbestimmten Bezugswert $Aref$ überschreitet (Schritt S130). Der Bezugswert $Aref$ repräsentiert ein Kriterium für die Identifizierung der Forderung des Fahrers nach einer moderaten Beschleunigung oder die Forderung des Fahrers nach einer abrupten Beschleunigung und wird als ein Ergebnis von wiederholten Experimenten erhalten. Der Bezugswert $Aref$ wird so eingestellt, um in signifikanter Weise eine Differenz zwischen einer Zeit, die für die Abdeckung eines angestiegenen Betrages der Antriebsenergie-Forderung Pdr^* bei der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc gleich dem Bezugswert $Aref$ und einer Zeit, die für die vom Fahrer geforderte Beschleunigung erforderlich ist, reduziert oder im Wesentlichen beseitigt.

[0074] Unmittelbar nach der Anforderung des Fahrers nach einer abrupten Beschleunigung in dem Dauerzustand-Fahrzustand, überschreitet die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc den vorbestimmten Bezugswert $Aref$. In diesem Fall wird ein Übergangszustand-Flag F auf 1 gesetzt (Schritt S135). Das Übergangszustand-Flag F wird auf 1 in einem Übergangszustand des Brennstoffzellenstapels 30 gesetzt, wird jedoch auf 0 in einem Nichtübergangszustand des Brennstoffzellenstapels 30 zurückgestellt. In dem Übergangszustand wird die Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels 30 erhöht zu der Antriebsenergie-Forderung Pdr^* gehalten. Der Brennstoffzellenstapel 30 erzeugt die Ausgangsenergie Pfc mittels der elektrochemischen Reaktion, sodass eine bestimmte Zeitperiode erforderlich ist, bevor eine tatsächliche Ausgabe der Antriebsenergie-Forderung Pdr^* auftritt, die im An sprechen auf die Forderung des Fahrers nach einer abrupten Beschleunigung eingestellt wird. Dies verursacht dann einen Übergangszustand. Die CPU 72 nimmt dann anschließend Bezug auf den Batterie-Unterstützungsplan, der bei dem Schritt S120

ausgewählt wurde, um die zeitliche Schwankung oder Variation des Unterstützungsbeitrages zu bestimmen, entsprechend der berechneten Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc (Schritt S140) und berechnet einen tentativen Unterstützungsbeitrag $Pasttmp$ durch Multiplizieren der bestimmten zeitlichen Variation des Unterstützungsbeitrages mit einer Zeit, die verstrichen ist seit dem Zeitpunkt, wenn die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc den vorbestimmten Bezugswert $Aref$ überschritten hat (Schritt S145). Die CPU 72 berechnet auch eine Differenz ΔP zwischen der Antriebsenergie-Forderung oder -Bedarf Pdr^* und der momentanen Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels 30 (Schritt S150) und bestimmt, ob die berechnete Differenz ΔP im Wesentlichen gleich ist mit Null (Schritt S155). Unmittelbar nach dem Auftreten der Forderung des Fahrers nach einer plötzlichen Beschleunigung in dem Dauerzustandsfahrbetrieb oder -fahrzustand, wird bestimmt, dass die Differenz ΔP im Wesentlichen nicht gleich ist Null. Die CPU 72 bestimmt dann nachfolgend, ob der tentative Unterstützungsbeitrag $Pasttmp$, der bei dem Schritt S150 berechnet wurde, größer ist als die berechnete Differenz ΔP (Schritt S160). Unmittelbar nach dem Auftreten der Forderung des Fahrers nach einer abrupten Beschleunigung in dem Dauerzustandsfahrbetrieb oder -fahrzustand, hat die Differenz ΔP einen signifikant großen Wert, sodass der tentative Unterstützungsbeitrag $Pasttmp$ nicht größer ist als die Differenz ΔP . Dies führt zu einer negativen Antwort bei dem Schritt S160. Die CPU 72 spezifiziert dann einen maximalen Unterstützungsbeitrag $Pastmax$ als eine obere zulässige Grenze der Batterieunterstützung in dem momentanen Zustand gemäß dem Ladezustand SOC und gemäß der Temperatur der Batterie 58 (Schritt 5165). Der kleinere Betrag zwischen dem tentativen Unterstützungsbeitrag $Pasttmp$ und dem maximalen Unterstützungsbeitrag $Pastmax$ wird auf einen Unterstützungsbeitrag $Past$ eingestellt (Schritt S170). Die CPU 72 führt nachfolgend eine Steuerung des Brennstoffzellenstapels 30 und der Batterie 58 durch (Schritt S175). Die konkrete Prozedur der Energiesteuerung reguliert die Drehgeschwindigkeit des Luftkompressors 22 in einem zunehmenden Sinn oder in einem abnehmenden Sinn der Strömungsrate der Luft und stellt dadurch die Ausgabe des FC-Energiebedarfs Pfc^* sicher (= Antriebsenergie-Bedarf Pdr^*) und zwar von dem Brennstoffzellenstapel 30 und treibt gleichzeitig den Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzer 56 an, um einen Betriebspunkt oder Arbeitspunkt des Brennstoffzellenstapels 30 zu regulieren. Das Wasserstoffgas aus dem Wasserstofftank 12 verläuft durch den Regulator 14 und wird dem Brennstoffzellenstapel 30 zugeführt. Ein nicht verbrauchter verbleibender Abschnitt der Wasserstoffzufuhr wird in das Brennstoffgas-Abgasrohr 32 ausgetragen und wird durch die Wasserstoff-Zirkulierpumpe 20 zurück zirkuliert und zu dem Brennstoffzellenstapel 30 zurückgeleitet, während ein verbrauch-

ter Abschnitt der Wasserstoffzufuhr durch eine neue Zufuhr von Wasserstoff abgedeckt wird und zwar aus dem Wasserstofftank **12**. Das Unterstützungsbeitrag Past wird dem Motor **52** über den Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzer **56** und den Inverter **54** zugeführt.

[0075] Eine konkrete Prozedur der Regelung des Betriebspunktes oder Arbeitspunktes des Brennstoffzellenstapels **30** betrifft eine elektrische Energie-elektrischer Strom-Kennlinie (P-I-Kennlinie), die in **Fig. 6(a)** gezeigt ist, um einen elektrischen Strom Ifc* zu spezifizieren, der für eine Ausgabe der bestimmten FC-Energieanforderung oder -bedarf Pfc* erforderlich ist, während diese auf eine elektrische Strom-Spannungs-Kennlinie (I-V-Kennlinie) Bezug nimmt, die in **Fig. 6(b)** gezeigt ist, um eine Spannung Vfc* entsprechend dem spezifizierten elektrischen Strom Ifc* zu spezifizieren. Die konkrete Prozedur stellt dann die spezifische Spannung Vfc* auf eine Sollspannung ein und regelt die Ausgangsspannung des Brennstoffzellenstapels **30** über den Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzer **56**. Diese Folge von Operationen reguliert den Arbeitspunkt und steuert die resultierende Ausgabeenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30**. Die P-I-Kennlinie und die I-V-Kennlinie werden in regulären Intervallen korrigiert, um eine Kompensation hinsichtlich deren Änderungen aufgrund einer Temperaturschwankung oder einer Schwankung irgendeines anderen relevanten Faktors durchzuführen.

[0076] Während der Wiederholung der Verarbeitung bei den Schritten S110 bis S175 wird das Niederdrücken des Gaspedals **83** durch den Fahrer stabilisiert und es wird eventuell bei dem Schritt S130 bestimmt, dass die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc nicht höher ist als der vorbestimmte Bezugswert Aref. Die CPU **72** der elektronischen Steuereinheit **70** bestimmt dann, ob das Übergangszustand-Flag F gleich ist 1 (Schritt S180). Wenn die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc niedriger liegt als der vorbestimmte Bezugswert Aref und den vorbestimmten Bezugswert Aref zum ersten Mal erreicht oder unterhalb desselben zu liegen kommt, ist das Übergangszustand-Flag F auf 1 gesetzt. Es wird somit bei dem Schritt S180 eine bestätigende Antwort gegeben. Der Steuerungsfluss führt dann zur Verarbeitung der Schritte S145 bis S170, um den Unterstützungsbeitrag Past einzustellen und es wird die Energiesteuerung des Brennstoffzellenstapels **30** und der Batterie **58** bei dem Schritt S175 durchgeführt. Wenn die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc auf den vorbestimmten Bezugswert Aref abgesenkt wird oder unterhalb desselben zu liegen kommt, wird die Unterstützung der Batterie **58** für den Brennstoffzellenstapel **30** gesteuert, um die Summe aus der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** in eine ausreichende Annäherung an den

gegebenen Energie-Bedarf Pdr* zu bringen.

[0077] Während der Wiederholung der Verarbeitung gemäß den Schritten S110 bis 130, S180 und S145 bis S175, kann bei dem Schritt S160 bestimmt werden, dass der tentative Unterstützungsbeitrag Pasttmp größer ist als Differenz ΔP . In diesem Fall erneuert die CPU **72** den tentativen Unterstützungsbeitrag Pasttmp auf einen Wert der Differenz ΔP (Schritt S185). Dieser Erneuerungsvorgang des tentativen Unterstützungsbeitrages Pasttmp auf den Wert der Differenz ΔP ist erforderlich, da die Summe aus der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** den Antriebsenergie-Bedarf Pdr* bei dem Unterstützungsbeitrag Past über der Differenz ΔP überschreitet. Der Steuerungsfluss führt dann zur Verarbeitung gemäß den Schritten S165 und S170, um den Unterstützungsbeitrag Past einzustellen und führt zur Durchführung der Energiesteuerung des Brennstoffzellenstapels **30** und der Batterie **58**, was bei dem Schritt S175 erfolgt. Solch eine Steuerung verhindert in wünschenswerter Weise, dass die Summe aus der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** den Antriebsenergie-Bedarf oder -Forderung Pdr* überschreitet.

[0078] Während der Wiederholung der Verarbeitung gemäß den Schritten S110 bis S130, S180, S145 bis S160, S185 und S165 bis S175, kann bei dem Schritt S155 bestimmt werden, dass die Differenz ΔP im Wesentlichen gleich ist 0. In diesem Fall stellt die CPU **72** den Unterstützungsbeitrag Past auf Null ein und stellt das Übergangszustand-Flag F auf 0 zurück (Schritt S190). Die Differenz ΔP , die im Wesentlichen gleich ist mit Null bedeutet, dass der Antriebsenergie-Bedarf Pdr* praktisch durch die Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** alleine abgedeckt werden kann. Der Unterstützungsbeitrag Past wird somit auf Null gestellt, um die Unterstützung der Batterie **58** zu beenden. Die nachfolgende Energiesteuerung des Brennstoffzellenstapels **30**, die bei dem Schritt S175 ausgeführt wird, ermöglicht es dem Brennstoffzellenstapel **30** den Antriebsenergie-Bedarf Pdr* an den Motor **58** auszugeben.

[0079] Im Folgenden wird eine Variation oder Schwankung in der Summe der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** im Verlaufe der Ausführung der Antriebsteuerungs-Routine unter Hinweis auf den Graphen von **Fig. 7** beschrieben. Der Graph von **Fig. 7** zeigt eine Variation in der Summe der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** gegenüber einer Zeit, die seit einem Zeitpunkt t0 verstrichen ist, wenn die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc den vorbestimmten Bezugswert Aref überschritten hat. Der Einfachheit halber wird hier ange-

nommen, dass der tentative Unterstützungsbeitrag Pasttmp nicht größer ist als der maximale Unterstützungsbeitrag Pastmax und dass der Unterstützungsbeitrag Past gleich ist mit dem tentativen Unterstützungsbeitrag Pasttmp. In dem Graphen von [Fig. 7](#) wird zu einem Zeitpunkt t1 der tentative Unterstützungsbeitrag Pasttmp gleich der Differenz ΔP . Zu einem Zeitpunkt t2 fällt die Differenz ΔP im Wesentlichen auf Null ab. Der Unterstützungsbeitrag Past, der durch Multiplizieren der zeitlichen Schwankung des Unterstützungsbeitrages mit der verstrichenen Zeit gegeben ist, nimmt allmählich mit dem Verstreichen der Zeit während einer Zeitperiode zu und zwar zwischen dem Zeitpunkt t0 und dem Zeitpunkt t1. Während einer Zeitperiode zwischen dem Zeitpunkt t1 und dem Zeitpunkt t2 erreicht der Unterstützungsbeitrag Past die Differenz ΔP , sodass die Summe aus der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** übereinstimmt mit dem Antriebsenergie-Bedarf oder -Forderung Pdr*. Nach dem Zeitpunkt t2 wird die Differenz ΔP im Wesentlichen gleich Null gehalten. Es ergibt sich demzufolge keine Unterstützung der Batterie **58**, sondern es wird der Antriebsenergie-Bedarf Pdr* durch die Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** alleine gedeckt. Wenn keine Unterstützung der Batterie **58** über die gesamte Zeitperiode hinweg auftritt und lediglich die Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** verwendet wird, wird der Antriebsenergie-Bedarf Pdr* bis zu dem Zeitpunkt t0 nicht befriedigt. Die Unterstützung der Batterie **58** in der oben beschriebenen Weise ermöglicht jedoch, dass der Antriebsenergie-Bedarf Pdr* zu dem Zeitpunkt t1 befriedigt wird.

[0080] Ähnlich wie bei dem Graphen von [Fig. 7](#) zeigen die Graphen von [Fig. 8](#) Schwankungen oder Variationen in der Summe der Ausgangsenergie Pb der Batterie **58** und der Ausgangsenergie Pfc des Brennstoffzellenstapels **30** gegenüber der Zeit, die verstrichen ist seit dem Zeitpunkt t0, wenn die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc den vorbestimmten Bezugswert Aref überschreitet. [Fig. 8\(a\)](#) zeigt die Variation der Ausgangsenergie bei der Modus-Position MP, die auf den Wirtschaftlichkeits-Modus eingestellt ist. [Fig. 8\(b\)](#) zeigt die Variation der Ausgangsenergie bei der Modus-Position MP, die auf den gewöhnlichen Modus eingestellt ist. [Fig. 8\(c\)](#) zeigt die Variation der Ausgangsenergie bei der Modus-Position MP, die auf den Sport-Modus eingestellt ist. Wie klar aus einem Vergleich dieser Graphen hervorgeht, wird der Betrag der Batterieunterstützung reduziert und zwar in der Reihenfolge gemäß dem Sport-Modus, dem gewöhnlichen Modus und dem Wirtschaftlichkeits-Modus. Die gesamte Ausgangsenergie erreicht demzufolge den Antriebsenergie-Bedarf Pdr* zu einem frühesten Zeitpunkt t13 für den Sport-Modus, zu einem Zwischenzeitpunkt t12 für den gewöhnlichen Modus und zu einem spätesten Zeitpunkt t11 für den Wirtschaftlichkeits-Modus. Es ist nämlich

das Ansprechen auf die Betätigung durch den Fahrer für eine Beschleunigung gut für den Sport-Modus, ist moderat für den gewöhnlichen Modus und ist schwach für den Wirtschaftlichkeits-Modus. Die Brennstoffwirtschaftlichkeit während der Beschleunigung ist im Gegensatz dazu für den Wirtschaftlichkeits-Modus gut, für den gewöhnlichen Modus moderat und für den Sport-Modus nur schwach, da eine Abnahme in dem Lade-Entlade-Wirkungsgrad des Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzers **56**, der zwischen der Batterie **58** und dem Inverter **54** gelegen ist, größere nachteilige Wirkungen auf dem Brennstoffverbrauch hat und zwar bei einer Zunahme in der Größe der Batterieunterstützung.

[0081] Wie oben beschrieben ist, stellt das Brennstoffzellenfahrzeug **10** dieser Ausführungsform den Unterstützungsbeitrag der Batterie **58** (zeitliche Variation des Unterstützungsbeitrages x verstrichene Zeit) entsprechend der Modus-Position MP und entsprechend der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc ein. Solch eine Einstellung verbessert in wünschenswerter Weise die Fahrbarkeit und auch den Brennstoffverbrauch. Die Anforderung des Fahrers nach einer abrupten Beschleunigung wird als ein großer Wert der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc interpretiert. In diesem Fall wird der Unterstützungsbeitrag erhöht, um ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl für den Fahrer zu vermitteln. Die Forderung des Fahrers nach einer moderaten Beschleunigung wird andererseits als ein kleiner Wert der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc interpretiert. In diesem Fall wird der Unterstützungsbeitrag reduziert, um die Beschleunigung einzuschränken und dem Brennstoffverbrauch zu verbessern. Die Einstellung der Modus-Position MP auf den Sport-Modus schlägt den Vorzug des Fahrers vor und zwar nach einer Beschleunigung über dem Brennstoffverbrauch. Der Unterstützungsbeitrag wird somit erhöht, um ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl zu vermitteln. Die Einstellung der Modus-Position MP auf den Wirtschaftlichkeits-Modus schlägt andererseits den Vorzug des Fahrers vor, dass der Brennstoffverbrauch Vorrang über die Beschleunigung hat. Der Unterstützungsbeitrag wird somit reduziert, um dadurch den Brennstoffverbrauch zu verbessern.

[0082] Die oben erläuterte Ausführungsform wird in allen Aspekten in der veranschaulichten Form und auch nicht in einschränkender Weise in Betracht gezogen. Es können viele Modifikationen, Änderungen und alternative Ausführungsformen realisiert werden, ohne dadurch den Rahmen der Haupteigenschaften der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0083] Beispielsweise gibt es bei der Konstruktion der erläuterten Ausführungsform drei unterschiedliche Modi und zwar den Sport-Modus, den gewöhnlichen Modus und den Wirtschaftlichkeits-Modus, die

durch den Fahrmodus-Schalter **90** auswählbar sind. Diese drei Modi sind jedoch nicht in einschränkender Weise zu interpretieren, es können nämlich andere geeignete Modi gemäß den jeweiligen Anforderungen hinzugefügt werden beispielsweise ein Schnee-(Winter-)Modus mit einem kleineren Unterstützungsbeitrag als bei den anderen Modi, um eine abrupte Drehmomentzunahme zu verhindern. Die Antriebssteuerung kann eine Batterieunterstützung in dem Wirtschaftlichkeits-Modus durchführen.

[0084] Bei der Konstruktion der Ausführungsform wird der gleiche Bezugswert Aref für alle die Modi angepasst oder auch verwendet. Der Bezugswert Aref kann jedoch auch abgesenkt werden und zwar in der Reihenfolge gemäß einem Brennstoffverbrauch-Prioritätsplan in dem Wirtschaftlichkeits-Modus, einem gewöhnlichen Plan in dem gewöhnlichen Modus und einem Beschleunigungs-Prioritätsmodus in dem Sport-Modus. Dies variiert auch die Frequenz der Drehunterstützung, die eine höchste Frequenz in dem Sport-Modus erreicht und eine niedrigste Frequenz in dem Wirtschaftlichkeits-Modus erreicht, wodurch weiter der Brennstoffverbrauch in dem Wirtschaftlichkeits-Modus verbessert wird.

[0085] Die Antriebssteuerung bei der oben erläuterten Ausführungsform ist dafür ausgebildet, um den Betrag der Batterieunterstützung zu berechnen und zwar ungeachtet der Fahrzeuggeschwindigkeit. Eine mögliche modifizierte Ausführungsform kann so ausgelegt sein, um den Betrag der Batterieunterstützung unter Berücksichtigung der Fahrzeuggeschwindigkeit zu berechnen. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, kann die zeitliche Variation des Unterstützungsbeitrages so eingestellt werden, dass dieser zunimmt und zwar mit einer Zunahme der Fahrzeuggeschwindigkeit. Solch eine Einstellung führt dazu, dass der Wert des Unterstützungsdrhmmoments der Batterie **58**, welches auf den Motor **52** bei der höheren Fahrzeuggeschwindigkeit aufgebracht wird, im Wesentlichen äquivalent wird zu dem Wert des Unterstützungsdrhmmoments bei niedrigerer Fahrzeuggeschwindigkeit. Dies ermöglicht es dem Fahrer das praktisch äquivalente Beschleunigungsgefühl zu erreichen und zwar ungeachtet der Fahrzeuggeschwindigkeit, wodurch somit die Fahrbarkeit verbessert wird. Die Energie, die auf den Motor **52** aufgebracht wird, wird durch das Produkt aus der Drehgeschwindigkeit und dem Drehmoment des Motors **52** ausgedrückt. Bei einem festgelegten Unterstützungsbeitrag (Energie) wird ein kleineres Drehmoment bei höherer Fahrzeuggeschwindigkeit bei höherer Drehgeschwindigkeit des Motors **52** ausgegeben als ein Ausgangsdrhmmoment bei niedrigerer Fahrzeuggeschwindigkeit bei niedrigerer Drehgeschwindigkeit des Motors **52**. Der erhöhte Unterstützungsbeitrag bei höherer Fahrzeuggeschwindigkeit als der Unterstützungsbeitrag bei niedrigerer Fahrzeuggeschwindigkeit führt dazu, dass der Wert des Unterstützungsdrhmmoments bei höherer Fahrzeug-

geschwindigkeit im Wesentlichen äquivalent wird zu dem Wert des Unterstützungsdrhmmoments bei niedrigerer Fahrzeuggeschwindigkeit. Bei der Konstruktion dieser Ausführungsform ist die Antriebswelle **64** direkt mit der Drehwelle des Motors **52** gekuppelt, wie bereits an früherer Stelle dargelegt wurde. Die Fahrzeuggeschwindigkeit V kann somit durch die Drehgeschwindigkeit Nm des Motors **52** ersetzt werden.

[0086] Bei der Konstruktion dieser Ausführungsform wählt die Antriebssteuerungs-Routine von [Fig. 3](#) den angemessenen oder geeigneten Batterie-Unterstützungsplan aus, entsprechend der Modus-Position MP, die mittels des Antriebsmodus-Schalters **90** eingespeist wird, was bei dem Schritt S120 erfolgt. Diese Anwendung oder Ausführung ist jedoch nicht wesentlich, kann jedoch durch irgendeine der modifizierten Anwendungen (1) bis (3) ersetzt werden, die weiter unten beschrieben werden und zwar für die Auswahl eines angemessenen Batterie-Unterstützungsplanes.

(1) Bei einer modifizierten Anwendung hat der Fahrer die Möglichkeit eine gewünschte Gangschiebeposition des Gangschiebehebels **81** auszuwählen und zwar zwischen Gangschiebepositionen für den Sport-Modus, eine Gangschiebeposition für den gewöhnlichen Modus und eine Gangschiebeposition für Wirtschaftlichkeits-Modus. In einem entsprechenden modifizierten Fluss der Antriebssteuerroutine von [Fig. 3](#) wird ein angemessener oder angepasster Batterie-Unterstützungsplan entsprechend der Gangschiebeposition SP ausgewählt, die mit Hilfe des Gangschiebeposition-Sensors **82** eingespeist wird, was bei dem Schritt S120 erfolgt. Diese modifizierte Anwendung führt zu den gleichen Wirkungen wie denjenigen bei der weiter oben beschriebenen Ausführungsform.

(2) Eine andere modifizierte Anwendung teilt den Bereich einer Bergaufsteigung R θ in einen kleinen Steigungsbereich, einen mittleren Steigungsbereich und einen großen Steigungsbereich auf. Wie in [Fig. 10\(a\)](#) bis [10\(c\)](#) gezeigt ist, wird der Batterie-Unterstützungsplan für den Wirtschaftlichkeits-Modus als für den kleinen Steigungsbereich verwendet. Der Batterie-Unterstützungsplan für den gewöhnlichen Modus wird als Plan für den mittleren Steigungsbereich verwendet. Der Batterie-Unterstützungsplan für den Sport-Modus wird als Plan für den großen Steigungsbereich verwendet. In einem entsprechend modifizierten Fluss der Antriebssteuer-Routine von [Fig. 3](#) wird ein angemessener oder geeigneter Batterie-Unterstützungsplan entsprechend der Bergaufsteigung R θ ausgewählt, der mit Hilfe des Steigungssensors **89** eingespeist wird, was bei dem Schritt S120 erfolgt. Diese modifizierte Anwendung stellt eine angemessene Einstellung des Betrages der Batterieunterstützung sicher und zwar entsprechend der Bergaufsteigung R θ und es wird dadurch die

Fahrbarkeit und der Brennstoffverbrauch verbessert. Die hohe Bergaufsteigung $R\theta$ bietet allgemein einen größeren Beschleunigungswiderstand als die niedrige Bergaufsteigung $R\theta$. Der erhöhte Unterstützungsbeitrag bei der hohen Bergaufsteigung $R\theta$, der größer ist als der Unterstützungsbeitrag bei der niedrigeren Bergaufsteigung $R\theta$ ermöglicht es demzufolge dem Fahrer ein im Wesentlichen äquivalentes Beschleunigungsgefühl zu erreichen. Wie in Verbindung mit der oben erläuterten Ausführungsform beschrieben wurde, variiert der Betrag der Batterieunterstützung in Einklang mit der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc . Die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc kann somit geregelt werden, um das gewünschte Beschleunigungsgefühl des Fahrers sicherzustellen oder um die Beschleunigung einzuschränken und um den Brennstoffverbrauch zu verbessern.

(3) Ein anderer modifizierter Fluss der Antriebssteuer-Routine von [Fig. 3](#) berechnet ein Schlupfverhältnis der Antriebsräder **63, 63** anhand der Differenzen zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit V und den Antriebsradgeschwindigkeiten V_w und es wird eine angemessene oder geeignete Batterieunterstützung bzw. -plan ausgewählt entsprechend dem berechneten Schlupfverhältnis, was bei dem Schritt S120 erfolgt. Der Batterie-Unterstützungsplan für den Wirtschaftlichkeits-Modus wird als ein Plan gemäß einem niedrigen μ -Straßenoberflächenwert verwendet, wie in [Fig. 11\(a\)](#) gezeigt ist. Der Batterie-Unterstützungsplan für den gewöhnlichen Modus wird als normaler Straßenoberflächenplan verwendet, wie in [Fig. 11\(b\)](#) gezeigt ist. Wenn das berechnete Schlupfverhältnis innerhalb eines voreingestellten Schlupfverhältnisbereiches der niedrigen μ -Straßenoberfläche liegt (beispielsweise nicht niedriger als 20 %), wird bestimmt, dass das Brennstoffzellenfahrzeug **10** momentan auf einer Straßenoberfläche mit niedrigem μ (einer Straßenoberfläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten μ) gefahren wird. In diesem Fall wird der Straßenplan gemäß einer niedrigen μ -Straßenoberfläche als angemessener Batterie-Unterstützungsplan ausgewählt. Wenn das berechnete Schlupfverhältnis außerhalb des voreingestellten Schlupfverhältnisbereiches der niedrigen μ -Straßenoberfläche liegt, wird andererseits bestimmt, dass das Brennstoffzellenfahrzeug **10** momentan auf einer normalen Straßenfläche fährt (einer Straßenoberfläche mit hohem Reibungskoeffizienten μ). In diesem Fall wird der Normal-Straßenoberflächenplan als angemessener Batterie-Unterstützungsplan ausgewählt. Diese modifizierte Anwendung oder Ausführungsform stellt eine angemessene und richtige Einstellung des Betrages der Batterieunterstützung in Einklang mit dem Straßenoberflächen-Reibungskoeffizienten μ ein und es wird dadurch die Fahrbarkeit und der Brennstoffver-

brauch verbessert. Die Straßenoberfläche mit dem niedrigen Straßenoberflächen-Reibungskoeffizienten μ hat allgemein eine geringere Schlupfneigung als eine Straßenoberfläche mit einem hohen Straßenoberflächen-Reibungskoeffizienten μ . Der reduzierte Unterstützungsbeitrag verhindert in wünschenswerter Weise ein plötzliches Anlegen eines großen Drehmoments und es wird dadurch die Fahrbarkeit erhöht. Wie weiter oben in Verbindung mit der Ausführungsform beschrieben ist, variiert der Betrag der Batterieunterstützung in Einklang mit der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc . Die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc kann somit geregelt werden, um das gewünschte Beschleunigungsgefühl für den Fahrer sicherzustellen oder um die Beschleunigung einzuschränken und damit den Brennstoffverbrauch auf einer normalen Straßenoberfläche zu verbessern, die eine relativ niedrige Schlupfneigung aufweist, während die Regelung auch so erfolgen kann, um das Auftreten eines Schlupfes auf einer Straßenoberfläche mit niedrigem μ zu verhindern, die eine relativ hohe Schlupftendenz aufweist.

[0087] Bei einer anderen Ausführungsform oder Anwendung kann die Antriebssteuer-Routine von [Fig. 3](#) durch eine modifizierte Antriebssteuer-Routine ersetzt sein, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist. Die modifizierte Antriebssteuer-Routine von [Fig. 12](#) ist ähnlich der Antriebssteuer-Routine von [Fig. 3](#), wobei die Schritte S110 bis S120 durch die Schritte S100 bis S108 ersetzt sind. Es werden weiter unten lediglich die Abweichenden Punkte beschrieben. Als Prämisse stoppt die CPU **72** der elektronischen Steuereinheit **70** die Zufuhr von Wasserstoff und von Luft zu dem Brennstoffzellenstapel **30**, um den Betrieb des Brennstoffzellenstapels **30** anzuhalten und zwar nach der Erfüllung eines vorbestimmten Betriebs-Stopp-Zustandes oder -Bedingung (beispielsweise einer Bedingung, dass die FC-Energieanforderung P_{fc}^* auf einen unerwünschten Wert abfällt mit schlechtem Betriebwirkungsgrad des Brennstoffzellenstapels **30**). Nach der Erfüllung eines vorbestimmten Betriebs-Wiederstartzustandes oder -bedingung (beispielsweise der Bedingung, dass die für das Brennstoffzellenfahrzeug **10** erforderliche elektrische Energie nicht durch die Ausgangsenergie der Batterie **58** alleine abgedeckt werden kann), nimmt die CPU **72** der elektronischen Steuereinheit **70** die Zufuhr des Wasserstoffes und von Luft wieder auf, um den Betrieb des Brennstoffzellenstapels **30** erneut zu starten.

[0088] Beim Start der modifizierten Antriebssteuer-Routine von [Fig. 12](#) bestimmt die CPU **72** der elektronischen Steuereinheit **70** zuerst, ob der momentane Moment innerhalb einer spezifischen Zeitperiode liegt und zwar nach dem Wiederstart des Betriebes des Brennstoffzellenstapels **30** (Schritt S100).

Der Brennstoffzellenstapel **30** besitzt eine schlechtere Ansprecheigenschaft der Brennstoffzellen für eine gewisse Zeitperiode nach dem Wiederstart des Betriebes und zwar verglichen mit einem Ansprechverfahren im gewöhnlichen Zustand. Diese Zeitperiode wird als ein Ergebnis von wiederholten Experimenten bestimmt und wird als die spezifische Zeitperiode eingestellt. Wenn bei dem Schritt S100 bestimmt wird, dass der momentane Moment außerhalb der spezifischen Zeitperiode liegt, wählt die CPU **72** einen gewöhnlichen FC-Betriebsplan aus, der in **Fig. 13(a)** gezeigt ist, und zwar als Batterie-Unterstützungsplan in dem gewöhnlichen Zustand (Schritt S102). Wenn bei dem Schritt S100 bestimmt wird, dass der momentane Moment innerhalb der spezifischen Zeitperiode liegt, wählt die CPU **72** andererseits einen abgesenkten FC-Ansprechplan aus, der in **Fig. 13(b)** gezeigt ist, und zwar als Batterie-Unterstützungsplan bei dem Betriebs-Wiederstart-Zustand (Schritt S104). Es wird nämlich der Unterstützungsbeitrag in der spezifischen Zeitperiode nach dem Wiederstart des Betriebes des Brennstoffzellenstapels **30** erhöht und zwar verglichen mit dem Unterstützungsbeitrag im gewöhnlichen Zustand. Der Batterie-Unterstützungsplan für den gewöhnlichen Modus wird als gewöhnlicher FC-Betriebsplan verwendet, während der Batterie-Unterstützungsplan für den Sport-Modus als abgesenkter oder reduzierter FC-Ansprechplan verwendet wird. Die CPU **72** speist nachfolgend verschiedene Daten ein, die für die Steuerung erforderlich sind (Schritt S106) und stellt die Antriebsdrehmoment-Forderung oder -Bedarf T_{dr}^* ein, welches an die Antriebswelle **64** ausgegeben werden soll, die mit den Antriebsrädern **63, 63** verbunden ist, und zwar als Drehmoment, welches für das Brennstoffzellenfahrzeug **10** erforderlich ist, und stellt den FC-Energiebedarf P_{fc}^* ein, der für den Brennstoffzellenstapel **30** erforderlich ist, basierend auf der Eingabe-Beschleunigungsöffnung Acc und der Eingabe-Fahrzeuggeschwindigkeit V (Schritt S108). Der nachfolgende Fluss der modifizierten Antriebssteuer-Routine ist dann identisch mit der Antriebssteuer-Routine der Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt ist und wird daher hier nicht weiter speziell beschrieben. Wie weiter oben erläutert wurde, hat die spezifische Zeitperiode nach dem Wiederstart des Betriebes des Brennstoffzellenstapels **30** ein schlechteres Energieerzeugungs-Ansprechverhalten des Brennstoffzellenstapels **30** und zwar verglichen mit dem Ansprechverhalten im gewöhnlichen Zustand oder gewöhnlichen Betrieb. der erhöhte Unterstützungsbeitrag der gut ansprechenden Batterie **58** verbessert effektiv das gesamte Energieausgabe-Ansprechverhalten und verhindert eine Verschlechterung der Fahrbarkeit. Wie weiter oben in Verbindung mit der Ausführungsform beschrieben wurde, variiert der Unterstützungsbeitrag der Batterie entsprechend der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc . Die Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc kann somit reguliert werden, um dem Fahrer das gewünschte

Beschleunigungsgefühl zu vermitteln oder um eine Beschleunigung einzuschränken und zwar unter Verbesserung des Brennstoffverbrauches.

[0089] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität aus der japanischen Patentanmeldung Nr. 2005-226684, die am 4. August 2005 angemeldet wurde, wobei alle Inhalte derselben hier durch Bezugnahme darauf miteinbezogen werden.

Industrielle Anwendbarkeit

[0090] Die Technik gemäß der Erfindung ist bei fahrzeugbezogenen Industrien inklusive Automobilen, Bussen und Motor-Lastkraftwagen anwendbar.

Zusammenfassung

BRENNSTOFFZELLENFAHRZEUG

[0091] Bei einem Brennstoffzellenfahrzeug gemäß einem Aspekt der Erfindung wird der Betrag der Batterieunterstützung für einen Brennstoffzellenstapel in angemessener Weise eingestellt und zwar in Einklang mit der Einstellung einer Modus-Position MP und einer Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc . Die Forderung des Fahrers nach einer abrupten Beschleunigung wird von einem großen Wert der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc gewonnen. In diesem Fall wird der Betrag der Batterieunterstützung erhöht, um dem Fahrer ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl zu vermitteln. Die Forderung des Fahrers nach einer moderaten Beschleunigung wird andererseits anhand eines kleinen Wertes der Beschleunigungsöffnung-Änderungsrate ΔAcc gewonnen. In diesem Fall wird der Betrag der Batterieunterstützung reduziert, um die Beschleunigung einzuschränken und um den Brennstoffverbrauch zu verbessern. Die Einstellung der Modus-Position MP auf einen Sport-Modus bedeutet den Vorzug des Fahrers nach einer Beschleunigung und zwar bevorzugt gegenüber dem Brennstoffverbrauch. Der Betrag der Batterieunterstützung wird somit erhöht, um ein ausreichendes Beschleunigungsgefühl sicherzustellen. Die Einstellung der Modus-Position MP auf einen Wirtschaftlichkeits-Modus zeigt andererseits den Vorzug des Fahrers den Brennstoffverbrauch über die Beschleunigung zu stellen. Der Betrag der Batterieunterstützung wird somit reduziert, um den Brennstoffverbrauch zu verbessern.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenfahrzeug, mit:
einem Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen;
Brennstoffzellen, die elektrische Energie mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas erzeu-

gen; einem Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen wird und der zur Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird; einem Fahrmodus-Detektor, der einen Fahrmodus detektiert, der von einem Fahrer eingestellt wurde; einem Energiebedarf-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Energiebedarf einzustellen; einem Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor entsprechend dem eingestellten Energiebedarf ausgegeben werden soll, derart, dass im Ansprechen auf eine Erhöhung der Energiebedarfs, der Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor auszugeben ist, basierend auf dem Fahrmodus eingestellt wird, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wurde; und einem Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung steht mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

2. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 1, bei dem der Fahrmodus-Detektor den vom Fahrer eingestellten Fahrmodus detektiert, und zwar unter einer Vielzahl von unterschiedlichen Fahrmodi, inklusive von wenigstens einem Brennstoffverbrauch-Priorität-Fahrmodus und einem Beschleunigungs-Priorität-Fahrmodus, und der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll im Ansprechen auf eine Zunahme in dem Energiebedarf basierend auf dem Fahrmodus einstellt, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wurde, in solcher Weise, dass ein größerer Wert in Bezug auf den Sollwert der elektrischen Energie in dem Beschleunigungs-Priorität-Fahrmodus eingestellt wird als bei einem Sollwert der elektrischen Energie, der in dem Brennstoffverbrauch-Priorität-Fahrmodus eingestellt wird.

3. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist: einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfs basierend auf

sowohl dem Fahrmodus, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wird, und basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter einstellt, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

4. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 3, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist: einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter zu speichern, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, und zwar für jeden Fahrmodus, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfs basierend auf dem Fahrmodus einstellt, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wird, indem eine entsprechende Variation, die für den Fahrmodus vorgesehen ist, der durch den Fahrmodus-Detektor detektiert wird, aus dem Speichermodul ausgelesen wird, und wobei auf die entsprechende Variation Bezug genommen wird bzw. diese verwendet wird, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, und zwar entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

5. Brennstoffzellenfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Fahrmodus-Detektor entweder aus einem Fahrmodus-Schalter oder einem Gangschiebeposition-Sensor besteht.

6. Brennstoffzellenfahrzeug, mit: einem Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen; Brennstoffzellen, die mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas elektrische Energie erzeugen; einem Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen wird und der für die Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird; einem Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor, der eine Fahrzeuggeschwindigkeit detektiert; einem Energiebedarf-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Energiebedarf einzustellen; einem Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie, die von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und einen Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem eingestellten Energiebedarf einzustellen und zwar in solcher Weise,

dass im Ansprechen auf eine Erhöhung des Energiebedarfs der Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt wird, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird; und einem Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht werden, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

7. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 6, bei dem der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfs basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit einstellt, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, derart, dass ein größerer Wert als Sollwert der elektrischen Energie in einem hohen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich eingestellt wird als ein Wert des Sollwertes der elektrischen Energie in einem niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich.

8. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes enthält:
einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei der Sollwert-Einstellmodul einen Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfes basierend auf sowohl der Fahrzeuggeschwindigkeit, die von dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, als auch dem Beschleunigungsabsicht-Parameter einstellt, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

9. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 8, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist:

einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Schwankung in dem Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter zu speichern, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, und zwar auch zur Speicher der genannten Werte für jeden voreingestellten Fahrgeschwindigkeitsbereich, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an

den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfs basierend auf der Fahrgeschwindigkeit, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, einstellt, und zwar durch Auslesen einer entsprechenden Variation, die für einen Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich der Fahrzeuggeschwindigkeit vorgesehen ist, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor detektiert wird, und zwar Auslesen aus dem Speichermodul und Bezugnahme oder Verwendung der entsprechenden Variation zur Einstellung des Sollwerts der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

10. Brennstoffzellenfahrzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem der Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektor eine Drehgeschwindigkeit des Motors in einer Konstruktion gemäß einer direkten Verbindung einer Achse des Brennstoffzellenfahrzeugs mit einer Drehachse des Motors detektiert.

11. Brennstoffzellenfahrzeug, mit:
einem Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen;
Brennstoffzellen, die mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas elektrische Energie erzeugen;
einem Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen wird und der zur Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird;
einem Steigungs-Detektor, der eine Bergaufsteigung einer Straßenoberfläche detektiert;
einem Energiebedarf-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Energiebedarf einzustellen;
einem Sollwert-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und einen Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem eingestellten Energiebedarf einzustellen und zwar in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfes der Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Bergaufsteigung eingestellt wird, die durch den Steigungs-Detektor detektiert wird; und
einem Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass ein Wert der elektrischen Energie, die aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie steht, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

12. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 11, bei dem der Sollwert-Einstellmodul im Ansprechen auf eine Erhöhung des Energiebedarfes den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf der Bergaufsteigung einstellt, die durch den Steigungs-Detektor detektiert wird, derart, dass der Sollwert der elektrischen Energie mit einer Zunahme in der detektierten Bergaufsteigung erhöht wird.

13. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist:
einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei der Sollwert-Einstellmodul einen Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfes basierend auf sowohl der Bergaufsteigung, die durch den Steigungs-Detektor detektiert wird, als auch basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird, einstellt.

14. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 13, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes enthält:
einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter zu speichern, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, und zwar für jeden voreingestellten Bergaufsteigungsbereich, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfs basierend auf der Bergaufsteigung, die durch den Steigungs-Detektor detektiert wird, einstellt, und zwar durch Auslesen einer entsprechenden Variation, die für einen Bergaufsteigungsbereich der Bergaufsteigung vorgesehen ist, die durch den Steigungs-Detektor detektiert wird, aus dem Speichermodul und durch Verwenden der entsprechenden Variation, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

15. Brennstoffzellenfahrzeug, mit:
einem Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen;
Brennstoffzellen, die vermittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und

einem oxidierenden Gas elektrische Energie erzeugen;
einem Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen wird und der zur Abgabe von elektrischer Energie entladen wird;
einem Reibungskoeffizient-Detektor, der den Reibungskoeffizient der Straßenoberfläche detektiert;
einem Energiebedarf-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Energiebedarf einzustellen;
einem Sollwert-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und um einen Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, der von dem Akkumulator an den Motor entsprechend dem eingestellten Energiebedarf ausgegeben werden soll, in solcher Weise, dass im Ansprechen auf eine Zunahme in dem Energiebedarf der Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche eingestellt wird, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird; und
einem Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gebracht wird, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

16. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 15, bei dem der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Erhöhung des Energiebedarfs basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche einstellt, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird, in solcher Weise, dass der Sollwert der elektrischen Energie mit einer Abnahme des detektierten Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche abnimmt.

17. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 15 oder 16, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist:
einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprechen auf eine Zunahme des Energiebedarfes basierend auf sowohl dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird, und basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter einstellt, der durch

Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

18. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 17, bei dem das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist:

einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter zu speichern, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, und zwar für jeden voreingestellten Reibungskoeffizientenbereich der Straßenoberfläche, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, im Ansprenchen auf eine Erhöhung des Energiebedarfes basierend auf dem Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche einstellt, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird, und zwar durch Auslesen einer entsprechenden Variation, die für einen Reibungskoeffizientenbereich der Straßenoberfläche des Straßenoberflächen-Reibungskoeffizienten, der durch den Reibungskoeffizient-Detektor detektiert wird, aus dem Speichermodul ausgelesen wird der entsprechende Wert benutzt wird, um den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, einzustellen, entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird.

19. Brennstoffzellenfahrzeug, mit:
einem Motor, der angetrieben wird, um Räder in Drehung zu versetzen;
Brennstoffzellen, die elektrische Energie mittels einer elektrochemischen Reaktion zwischen einem Brennstoffgas und einem oxidierenden Gas erzeugen;
einem Akkumulator, der mit der elektrischen Energie geladen wird und der für die Ausgabe von elektrischer Energie entladen wird;
einem Energiebedarf-Einstellmodul, der dafür konfiguriert ist, um einen Energiebedarf einzustellen;
einem Sollwert-Einstellmodul, der so konfiguriert ist, um einen Sollwert der elektrischen Energie, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und einen Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem eingestellten Energiebedarf einzustellen, derart, dass ein größerer Wert in Bezug auf den Sollwert der elektrischen Energie eingestellt wird, der von dem Akkumulator an den Motor in einem Zustand ausgegeben wird, unmittelbar nach dem erneuten Start des Betriebes der Brennstoffzellen, als ein Sollwert der elektrischen Energie in einem gewöhnlichen Zustand; und
einem Controller, der die Brennstoffzellen und den Motor steuert, um die Möglichkeit zu schaffen, dass

ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben wird, und ein Wert der elektrischen Energie, der aktuell von der Batterie an den Motor ausgegeben wird, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Sollwerten der elektrischen Energie gelangt, die durch den Sollwert-Einstellmodul eingestellt wurden.

20. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 19, bei dem der Zustand unmittelbar nach dem erneuten Start des Betriebes der Brennstoffzellen einen Zustand repräsentiert, der unmittelbar nach einem erneuten Start des Betriebes der Brennstoffzellen auftritt und zwar nach Befriedigung eines voreingestellten Brennstoffzellenbetrieb-Wiederstartzustandes oder -bedingung, der auf ein Anhalten des Betriebes der Brennstoffzellen folgt, nach Befriedigung des voreingestellten Brennstoffzellenbetrieb-Anhaltezustandes oder -bedingung.

21. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 19 oder 20, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist:
einen Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul, der einen Beschleunigungsabsicht-Parameter spezifiziert, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, wobei der Sollwert-Einstellmodul den Sollwert der elektrischen Energie, der von den Brennstoffzellen an den Motor ausgegeben werden soll, und den Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll entsprechend dem eingestellten Energiebedarf einstellt, und zwar in solcher Weise, dass der Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, in dem gewöhnlichen Zustand basierend auf dem Beschleunigungsabsicht-Parameter eingestellt wird, der durch den Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul spezifiziert wird, und ein größerer Wert für den Sollwert der elektrischen Energie, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, eingestellt wird, und zwar in einem Zustand unmittelbar nach dem erneuten Start des Betriebes der Brennstoffzellen, als dem Sollwert der elektrischen Energie in dem gewöhnlichen Zustand.

22. Brennstoffzellenfahrzeug nach Anspruch 21, wobei das Brennstoffzellenfahrzeug ferner folgendes aufweist:
einen Speichermodul, der dafür konfiguriert ist, um eine Variation in dem Sollwert der elektrischen Energie, der von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, gegenüber dem Beschleunigungsabsicht-Parameter zu speichern, der auf die Beschleunigungsabsicht des Fahrers bezogen ist, welcher getrennt für den gewöhnlichen Zustand und für den Zustand unmittelbar nach dem Wiederstarten des Betriebes der Brennstoffzellen vorgesehen ist, wobei der Sollwert-Einstellmodul einen momentanen

Betriebszustand der Brennstoffzellen spezifiziert, eine entsprechende Variation, die für den gewöhnlichen Zustand vorgesehen ist oder für den Zustand unmittelbar nach dem Wiederstarten des Betriebes der Brennstoffzellen entsprechend dem spezifizierten momentanen Betriebszustand der Brennstoffzellen ausliest und die entsprechende Variation dazu verwendet, um den Sollwert der elektrischen Energie einzustellen, die von dem Akkumulator an den Motor ausgegeben werden soll, entsprechend dem Beschleunigungsabsicht-Parameter, der durch den Beschleunigungsabsicht-Pararner-Spezifizierungsmodul spezifiziert wurde.

23. Brennstoffzellenfahrzeug nach einem der Ansprüche 3, 4, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 21 und 22, bei dem der Beschleunigungsabsicht-Parameter-Spezifizierungsmodul eine Änderungsrate einer Gaspedalöffnung spezifiziert, die eine Zeitvariation des Ausmaßes des Niederdrückens eines Gaspedals durch den Fahrer wiedergibt, und zwar als den Beschleunigungsabsicht-Parameter.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

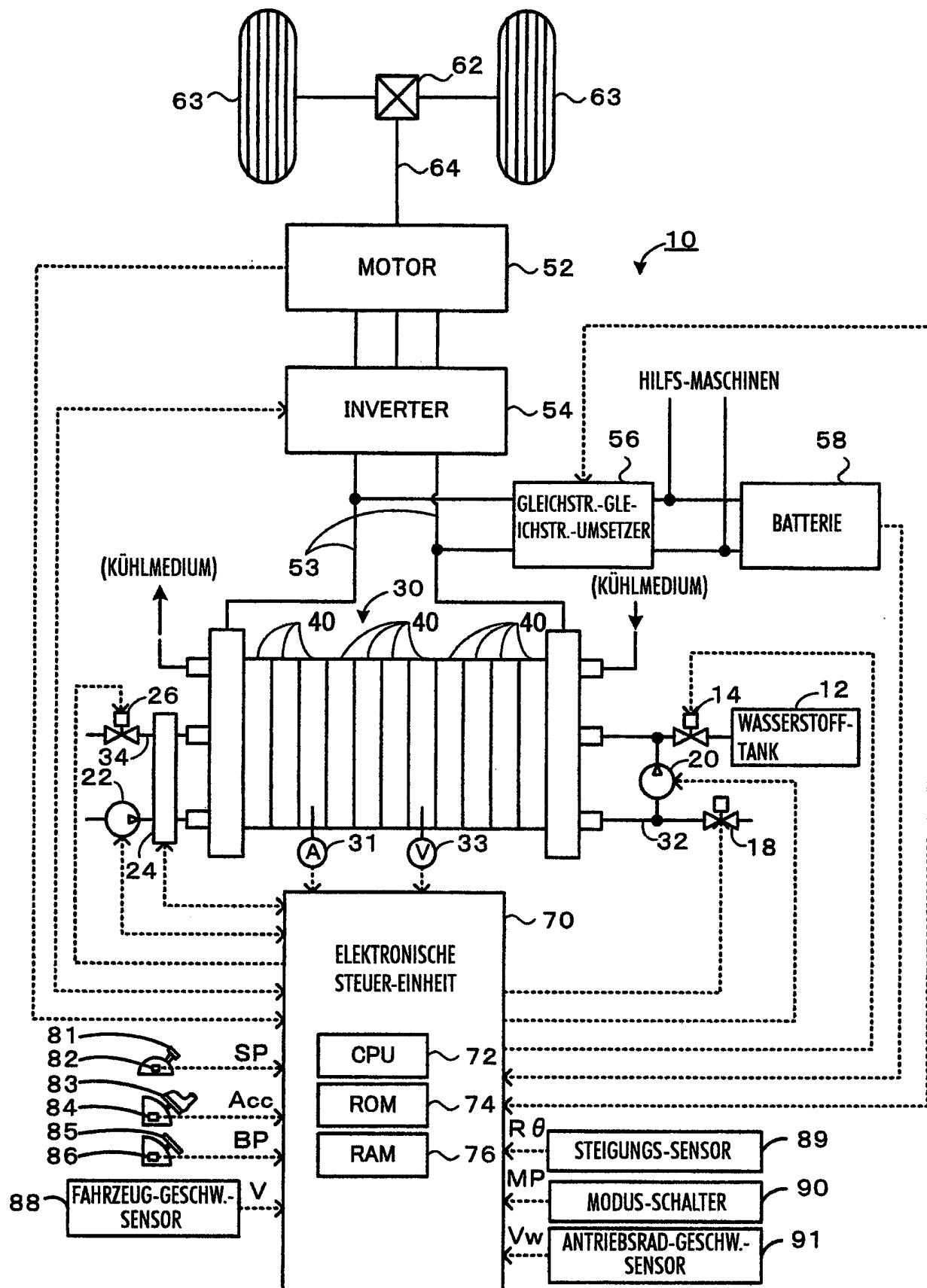


FIG. 2

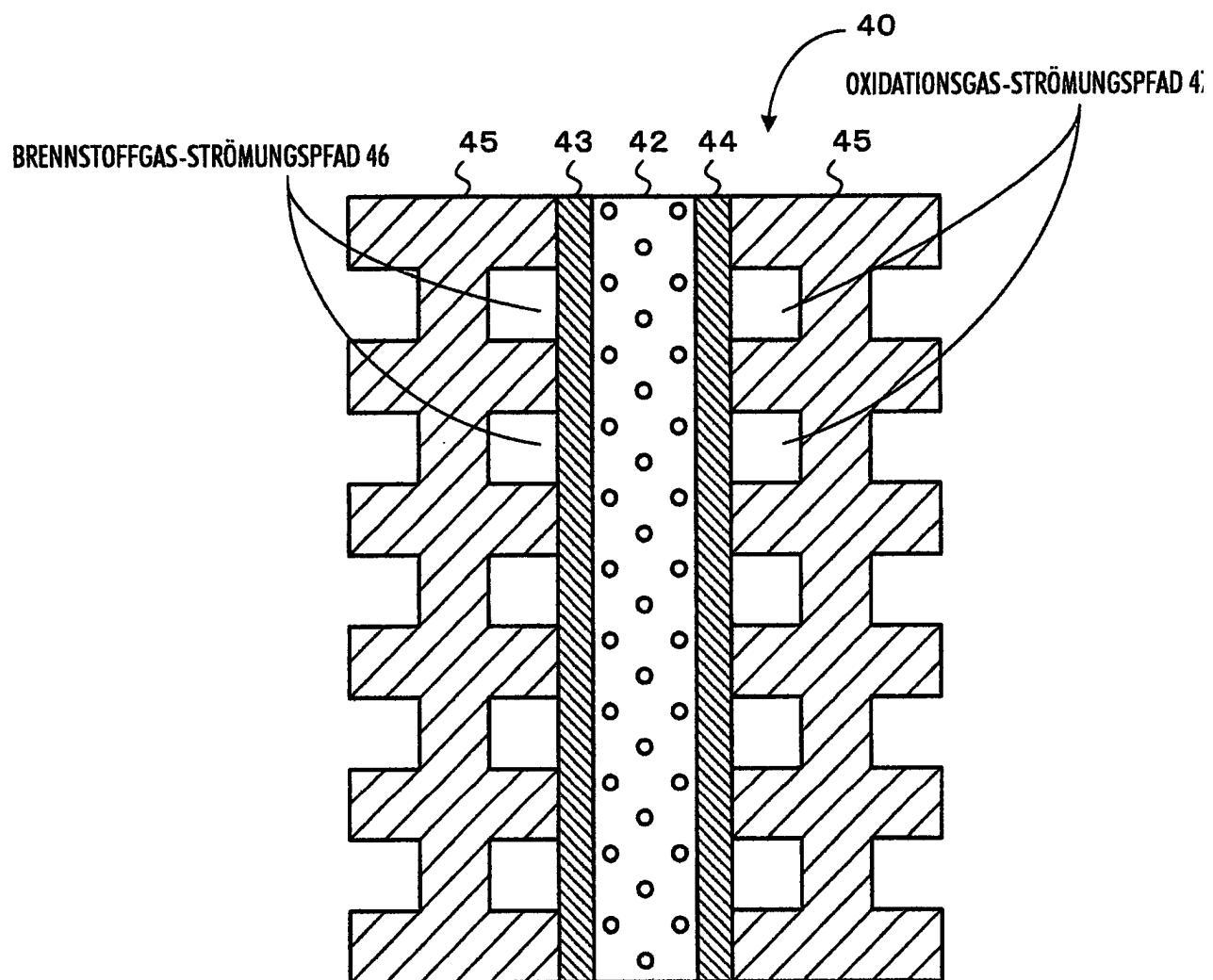


FIG. 3

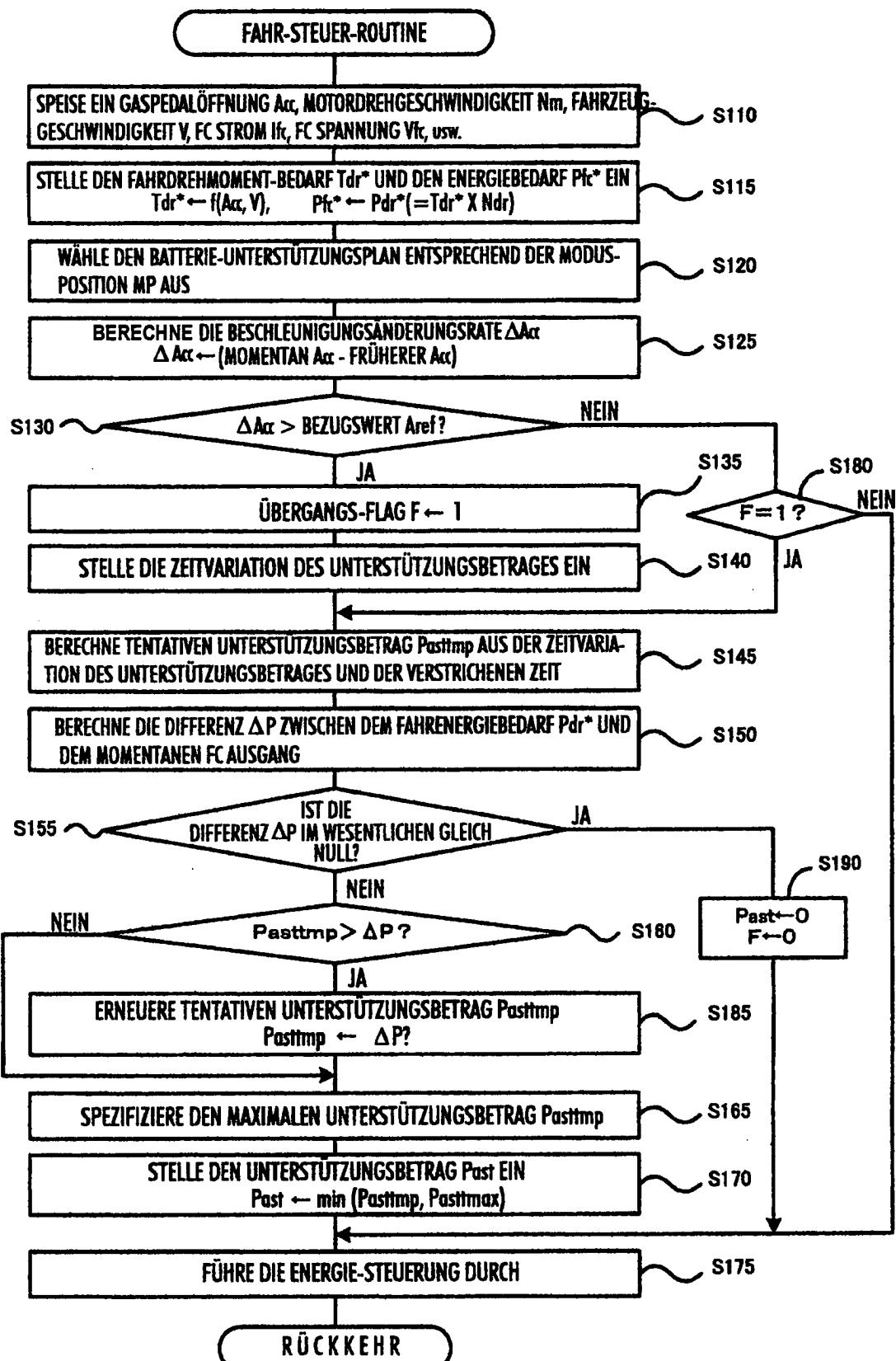


FIG. 4

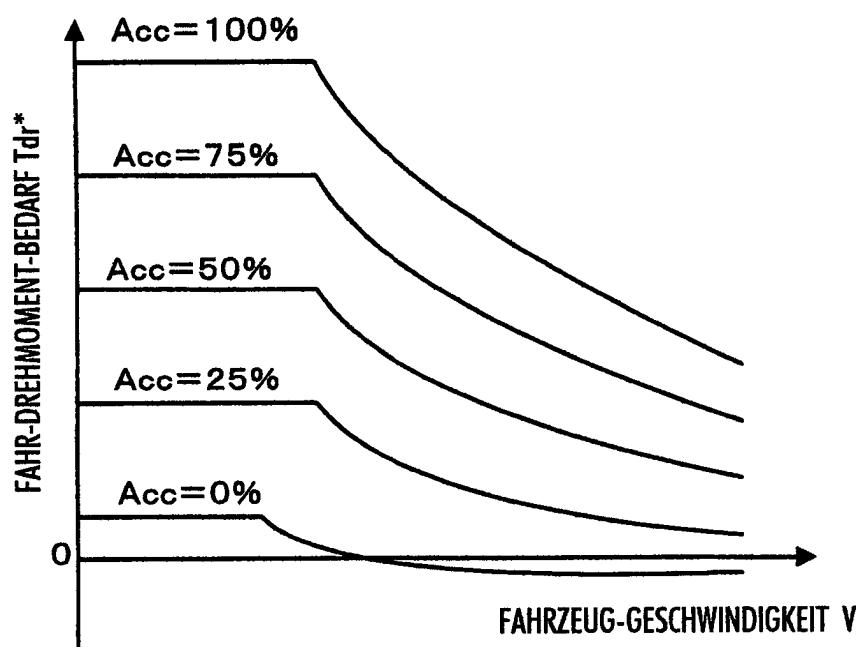
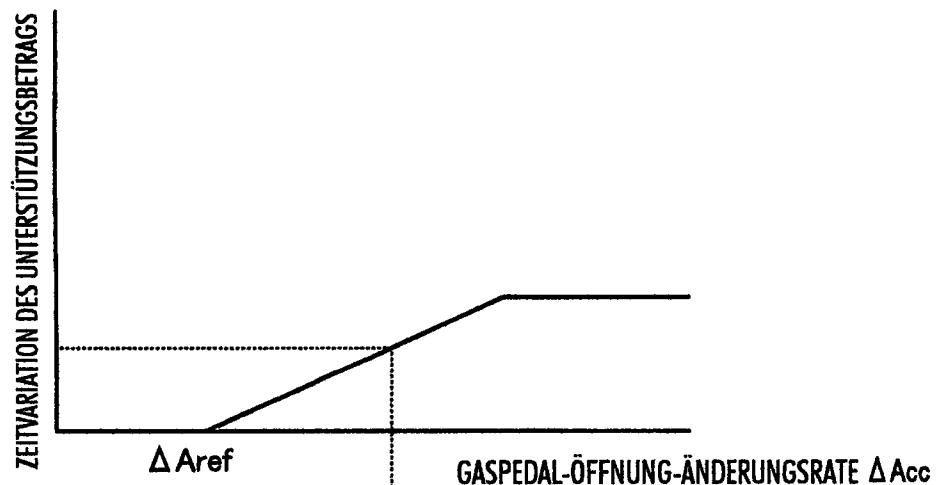
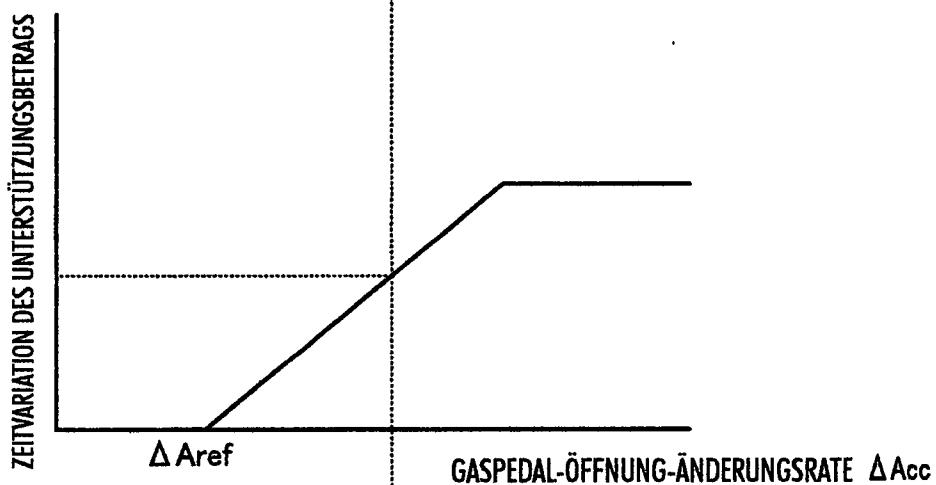


FIG. 5

(a) BRENNSTOFFVERBRAUCH-PRIORITÄTS-PLAN (WIRTSCHAFTLICHKEITS-MODUS)



(b) GEWÖHNLICHER PLAN (GEWÖHNLICHER MODUS)



(c) BESCHLEUNIGUNG-PRIORITÄTS-PLAN (SPORT-MODUS)

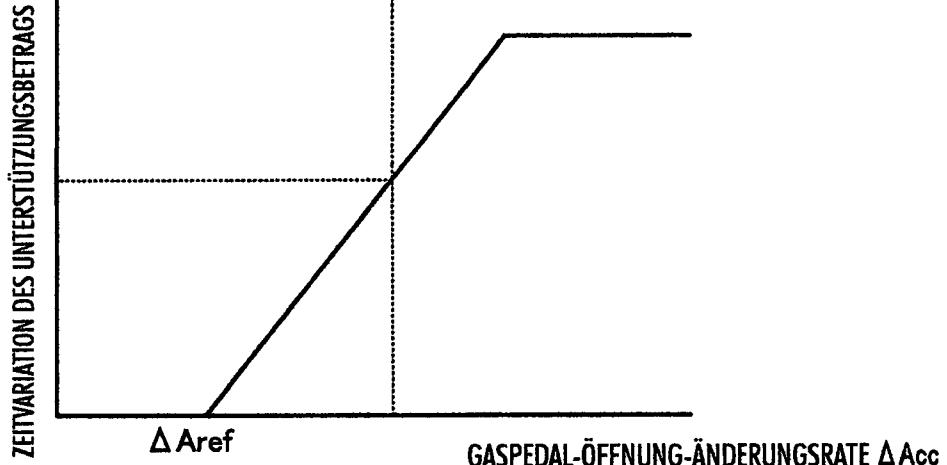


FIG. 6

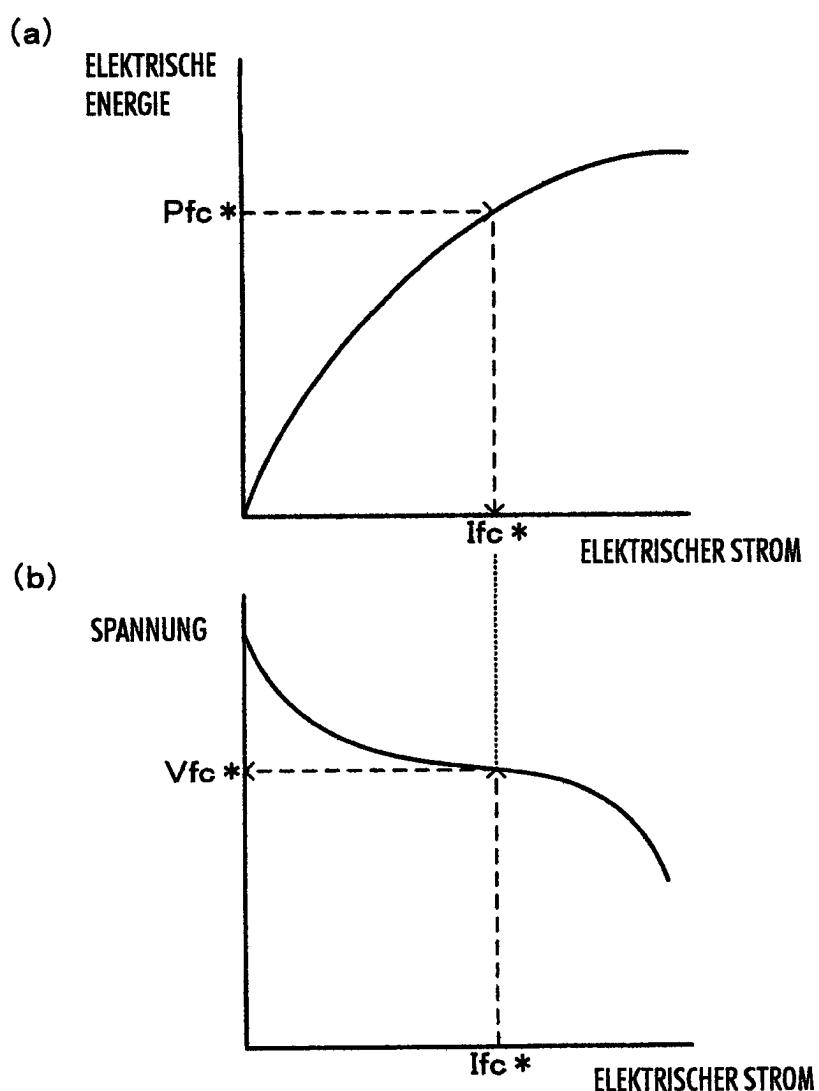


FIG. 7

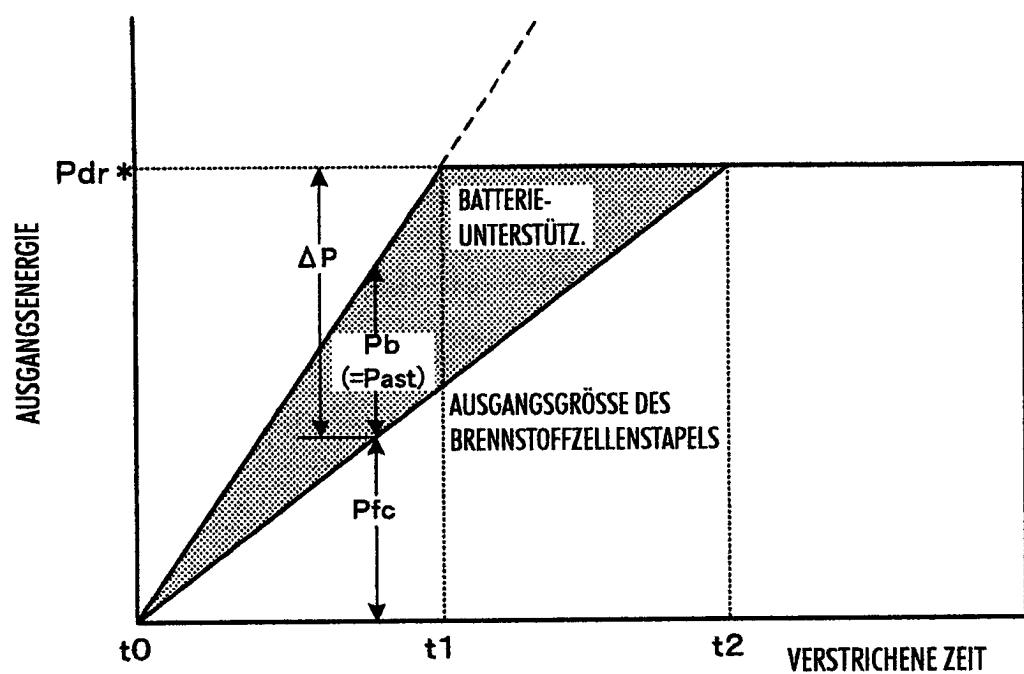
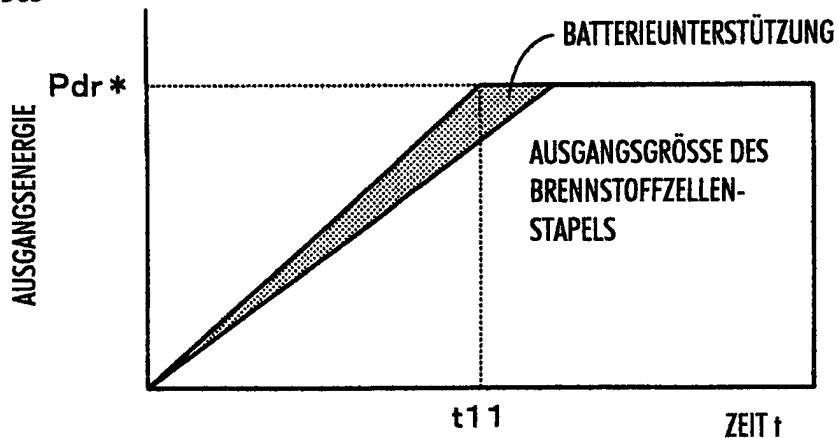
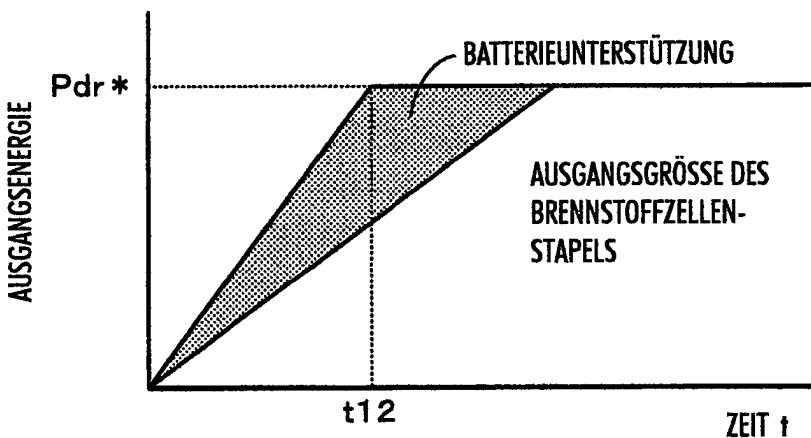


FIG. 8

(a) WIRTSCHAFTLICHKEIT-MODUS



(b) GEWÖHNLICHER MODUS



(c) SPORT-MODUS

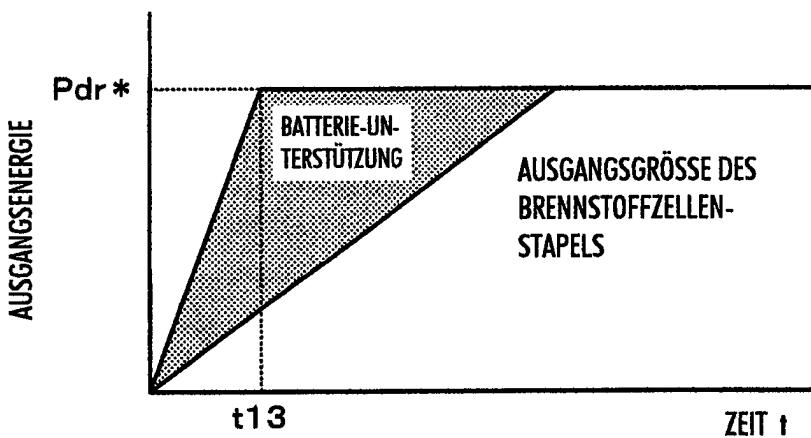


FIG. 9

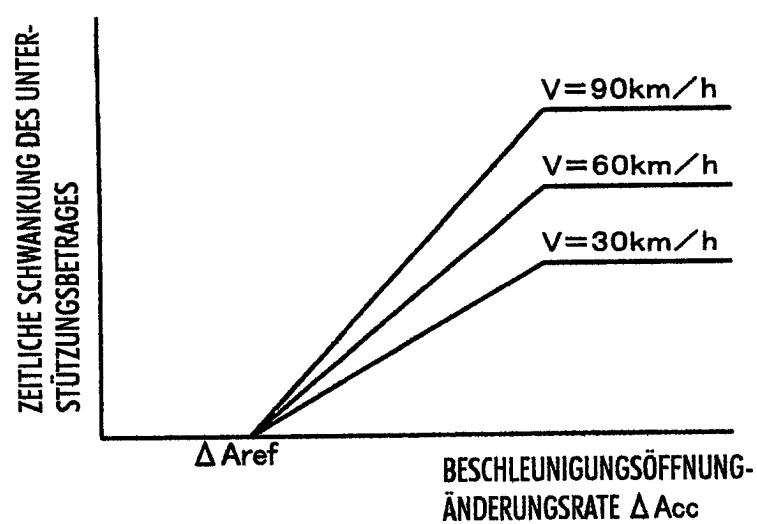
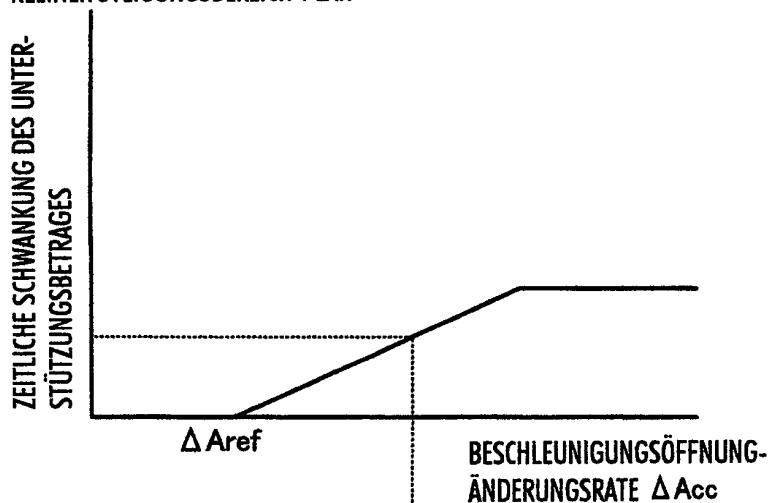
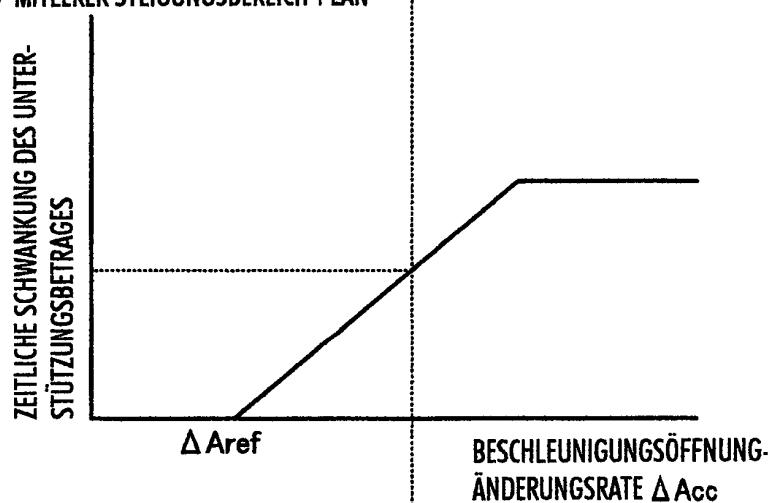


FIG. 10

(a) KLEINER STEIGUNGSBEREICH-PLAN



(b) MITLERER STEIGUNGSBEREICH-PLAN



(c) GROSSER STEIGUNGSBEREICH-PLAN

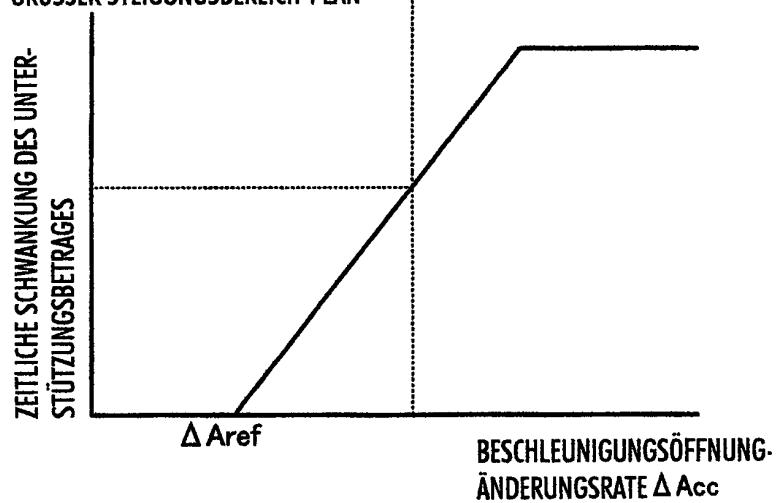
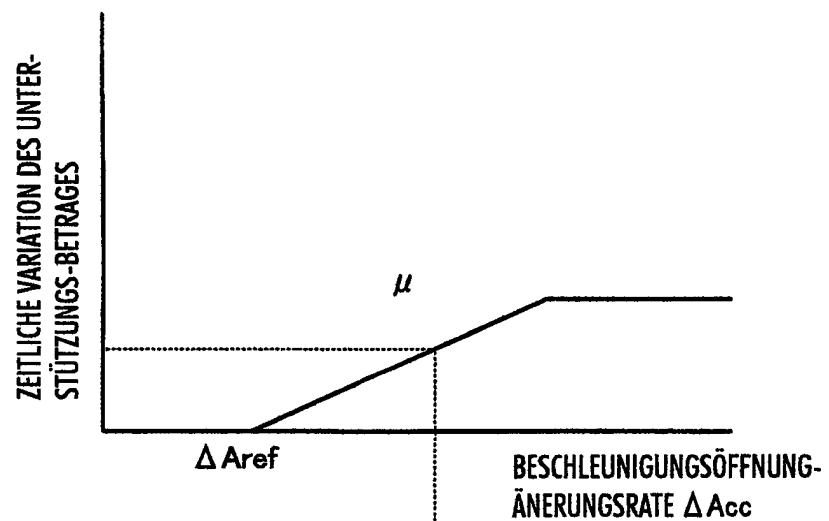


FIG. 11

(a) PLAN MIT NIEDRIGER μ -STRASSENOBERFLÄCHE



(b) NORMALER STRASSENOBERFLÄCHEN-PLAN

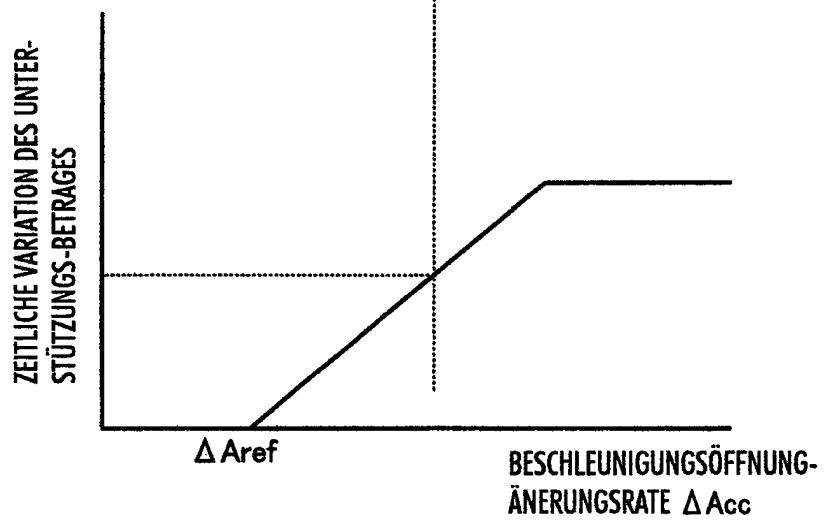


FIG. 12

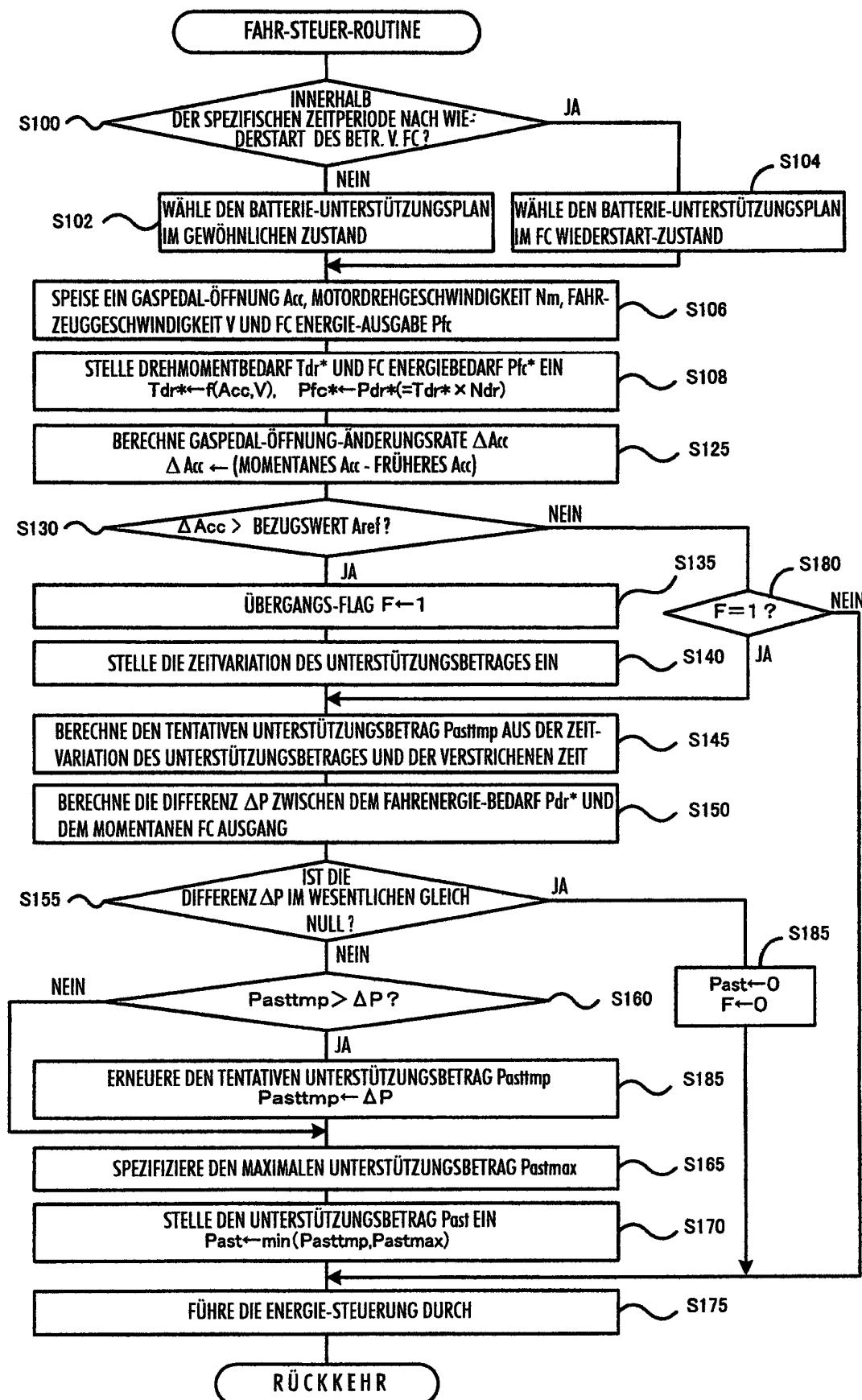
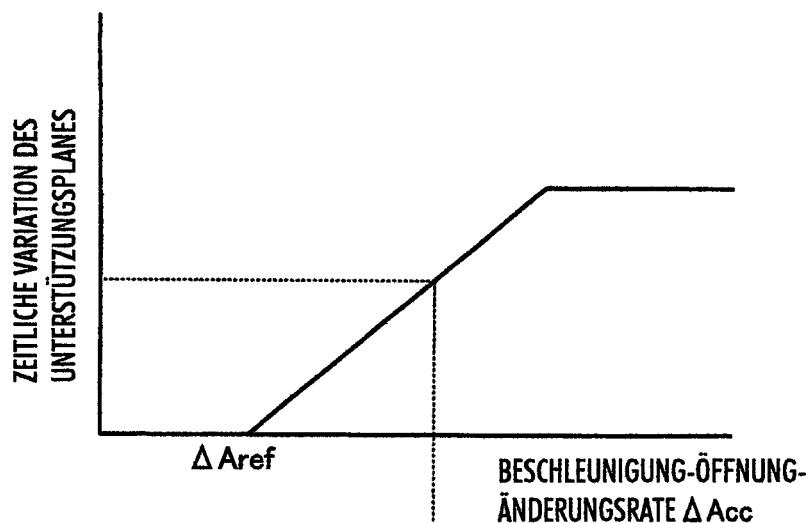


FIG. 13

(a) GEWÖHNLICHER FC BETRIEBS-PLAN



(b) ABGESENKTER FC ANSPRECH-PLAN

