(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2006 003 150 B4** 2021.02.11

(12) # Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 003 150.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2006/324494**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/072693**
(86) PCT-Anmeldetag: **01.12.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **28.06.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **25.09.2008**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **11.02.2021**

(51) Int Cl.: ***H01M 8/04225*** (2016.01)
B60L 50/50 (2019.01)
H01M 8/04302 (2016.01)
H01M 8/04119 (2016.01)
H01M 8/04828 (2016.01)
H01M 8/04492 (2016.01)

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

(30) Unionspriorität:
2005-365392 **19.12.2005** **JP**

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

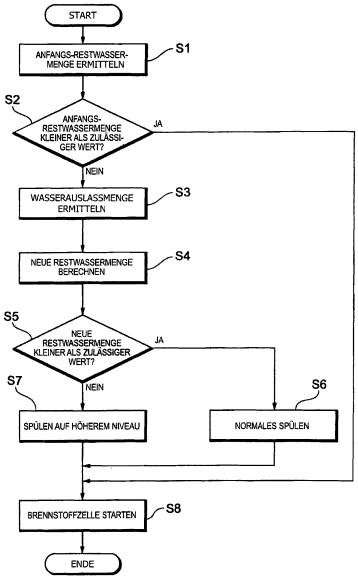
(74) Vertreter:
KUHNEN & WACKER Patent- und Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising, DE

(72) Erfinder:
Kizaki, Mikio, Toyota, Aichi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
JP **2004- 158 274** **A**

(54) Bezeichnung: **Brennstoffzellensystem mit Steuereinheit zum Durchführen eines Spülens**

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffzellensystem, das eine Brennstoffzelle zum Erzeugen einer elektrischen Energie aufweist und das durch Zuführen eines Gases zu der Brennstoffzelle Wasser, das in der Brennstoffzelle verbleibt, äußerlich entlädt, weist eine Entlademengen-Schätzeinrichtung zum Schätzen der Wassermenge, die aus der Brennstoffzelle zu entladen ist, basierend auf dem Zustand der Brennstoffzelle (der Restwassermenge oder einem Neigungswinkel) auf.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Brennstoffzellensystem.

Hintergrundtechnik

[0002] Derzeit wurde ein Brennstoffzellensystem, das eine Brennstoffzelle aufweist, die nach einem Empfangen von Quellgasen (einem Brennstoffgas und einem Oxidiergas) eine elektrische Leistung erzeugt, vorgeschlagen und in eine praktische Verwendung genommen. Wenn durch dieses Brennstoffzellensystem eine elektrische Leistung erzeugt wird, wird innerhalb der Brennstoffzelle durch eine elektrochemische Reaktion Wasser erzeugt; es gibt jedoch einen Fall, bei dem in dem Quellgaskanal der Brennstoffzelle Wasser zurückgehalten wird und den Zufluss von Quellgas blockiert. Ferner gibt es, wenn das Brennstoffzellensystem in einer Niedrigtemperaturumgebung, wie einer Unter-Null-Umgebung, zu betreiben ist, einen Fall, bei dem Wasser, das in den Elektroden (einer Katalysatorschicht und einer Diffusionsschicht) der Brennstoffzelle zurückgehalten wird, gefriert und die Startfunktion deutlich verschlechtert.

[0003] Als frühere Technik, die die im Vorhergehenden beschriebene Vielfalt von Problemen, die aufgrund des innerhalb einer Brennstoffzelle erzeugten Wassers auftreten, löst, wurde ein Verfahren (ein Spülverfahren) vorgeschlagen, durch das, wenn der Betrieb einer Brennstoffzelle angehalten wird, einem Quellgaskanal trockener Sauerstoff oder trockener Wasserstoff zugeführt wird, wodurch Wasser, das in der Brennstoffzelle verbleibt, entfernt wird. Ferner wurde kürzlich ein Verfahren vorgeschlagen, durch das eine Berechnung durchgeführt wird, um den Rest des in einer Brennstoffzelle verbleibenden Wassers zu bestimmen, und basierend auf dem so erhaltenen Wasserrest wird die Flussrate eines der Brennstoffzelle zuzuführenden Gases erhöht oder verringert, um den inneren Feuchtigkeitszustand der Brennstoffzelle anzupassen (siehe beispielsweise die JP 2004-119 052 A).

Offenbarung der Erfindung

[0004] Nebenbei bemerkt, um eine Brennstoffzelle in einer Niedrigtemperaturumgebung zu starten, muss die Wassermenge in der Brennstoffzelle gleich oder kleiner als ein vorbestimmter zulässiger Wert (die Wassermenge, um ein Starten zu ermöglichen) sein. Und um in der Brennstoffzelle eine Wassermenge gleich oder kleiner als ein solcher vorbestimmter zulässiger Wert zu erhalten, muss die exakte Wassermenge, die aus der Brennstoffzelle ausgelassen wird, berechnet (geschätzt bzw. ermittelt) werden, und der innere Feuchtigkeitszustand der Brennstoffzelle muss genau bestimmt werden.

[0005] Gemäß dem Verfahren, das in der JP 2004-119 052 A beschrieben ist, wird die aus der Brennstoffzelle auszulassende Wassermenge beispielsweise basierend auf der Flussrate des Gases, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, berechnet; es besteht jedoch insofern ein Problem, als eine genaue auszulassende Wassermenge zu dieser Zeit nicht berechnet werden kann, da der Zustand der Brennstoffzelle (z. B. die Restwassermenge in der Brennstoffzelle und die Neigung der Brennstoffzelle) nicht berücksichtigt wird. Wenn die aus der Brennstoffzelle auszulassende Wassermenge nicht wie beschrieben präzise berechnet (geschätzt bzw. ermittelt) werden kann, könnte die Startfunktion der Brennstoffzelle in einer Niedrigtemperaturumgebung verschlechtert sein.

[0006] Ein System zum Ermitteln eines Feuchtigkeitsbetrags in einer Brennstoffzelle und zum Zuführen von mehr oder weniger Feuchtigkeit/Wasser basierend auf diesem ermittelten Betrag ist zudem aus der JP 2004-158 274 A bekannt.

[0007] Ausgehend vom Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Brennstoffzellensystem zu schaffen, das basierend auf dem Zustand einer Brennstoffzelle die genaue Wassermenge, die aus der Brennstoffzelle auszulassen ist, genau schätzen bzw. ermitteln kann. Diese Aufgabe wird gelöst mit dem Brennstoffzellensystem der unabhängigen Ansprüche 1 und 2. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche

[0008] Um die im Vorhergehenden beschriebene Aufgabe zu lösen, weist ein Brennstoffzellensystem gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Brennstoffzelle zum Erzeugen einer elektrischen Leistung und eine Steuerungseinheit zum Durchführen eines Spülens auf, um der Brennstoffzelle Gas zuzuführen und somit Wasser, das in der Brennstoffzelle verbleibt, nach außen auszulassen. Die Steuerungseinrichtung ist dabei derart konfiguriert, um, nachdem ein normaler Betrieb angehalten wurde und bevor das Brennstoffzellensystem gestartet wird: eine Anfangs-Restwassermenge über eine Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle zu berechnen und zu bestimmen, ob die Anfangs-Restwassermenge kleiner als ein vorbestimmter zulässiger Wert ist, wobei die Steuerungseinrichtung weiter konfiguriert ist, um, wenn die Anfangs-Restwassermenge größer oder gleich dem zulässigen Wert ist, eine neue Restwassermenge zu berechnen, und zwar durch Abziehen einer auszulassenden Wassermenge von der Anfangs-Restwassermenge, wobei die auszulassende Wassermenge korrespondierend zu der Anfangs-Restwassermenge vorbestimmt ist, und um, basierend auf dem Wert der neuen Restwas-

sermenge, ein normales Spülen oder ein Spülen auf einem höheren Niveau als normal durchzuführen

[0009] Ein Brennstoffzellensystem gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Brennstoffzelle zum Erzeugen einer elektrischen Leistung, eine Steuerungseinheit zum Durchführen eines Spülens auf, um der Brennstoffzelle Gas zuzuführen und somit Wasser, das in der Brennstoffzelle verbleibt, nach außen auszulassen, und einen Neigungssensor auf. Die Steuerungseinrichtung ist dabei derart konfiguriert, um, nachdem ein normaler Betrieb angehalten wurde und bevor das Brennstoffzellensystem gestartet wird: eine Anfangs-Restwassermenge über eine Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle zu berechnen und zu bestimmen, ob die Anfangs-Restwassermenge kleiner als ein vorbestimmter zulässiger Wert ist, wobei die Steuerungseinrichtung weiter konfiguriert ist, um, wenn die Anfangs-Restwassermenge größer als der gleich dem zulässigen Wert ist, eine neue Restwassermenge basierend auf einem Neigungswinkel der Brennstoffzelle zu berechnen, der durch den Neigungssensor erfasst wird, und zwar durch Abziehen einer auszulassenden Wassermenge von der Anfangs-Restwassermenge, wobei die auszulassende Wassermenge korrespondierend zu dem erfassten Neigungswinkel vorbestimmt ist.

[0010] Gemäß dieser Anordnung kann durch Berücksichtigen des Zustands der Brennstoffzelle (z. B. der in der Brennstoffzelle verbleibenden Wassermenge oder der Schräglage der Brennstoffzelle) die aus der Brennstoffzelle auszulassende Wassermenge genau ermittelt werden. Beispielsweise kann bei einem Fall, bei dem eine große (kleine) Wassermenge in der Brennstoffzelle verbleibt, bestimmt werden, dass eine große (kleine) Wassermenge aus der Brennstoffzelle auszulassen ist. Ferner sollte, da nicht immer eine proportionale Beziehung zwischen der in der Brennstoffzelle verbleibenden Wassermenge und der auszulassenden Menge besteht, für jede Brennstoffzelle eine Beziehung zwischen der verbleibenden Wassermenge und der auszulassenden Menge festgelegt werden, und es sollte basierend auf dieser Beziehung eine Korrektur durchgeführt werden, so dass die auszulassende Wassermenge präzise ermitteln werden kann. Zusätzlich kann bei einem Fall, bei dem das Auslassen von Wasser aus der Brennstoffzelle leicht (oder schwierig) wird, da die Brennstoffzelle geneigt ist oder auf die Brennstoffzelle eine Trägheitskraft wirkt, bestimmt werden, dass die aus der Brennstoffzelle auszulassende Wassermenge erhöht (verringert) wird. Dies kann daher, da der innere Feuchtigkeitszustand der Brennstoffzelle präzise bestimmt werden kann, zu einer Verbesserung der Startfunktion der Brennstoffzelle in einer Niedrigtemperaturumgebung beitragen, und die verbrauchte Brennstoffmenge kann reduziert werden.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Brennstoffzellensystem geschaffen sein, das den Zustand einer Brennstoffzelle verwenden kann, um die Wassermenge, die aus der Brennstoffzelle auszulassen ist, genau zu ermitteln.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Brennstoffzellensystems gemäß einem ersten Modus der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2 ist eine Tabellenabbildung, die eine Beziehung zwischen der Restwassermenge in der Brennstoffzelle des in **Fig. 1** gezeigten Brennstoffzellensystems und einer aus der Brennstoffzelle auszulassenden Wassermenge darstellt;

Fig. 3 ist ein Flussdiagramm zum Erklären eines Verfahrens zum Starten des Brennstoffzellensystems in **Fig. 1**;

Fig. 4A ist ein konzeptionelles Diagramm, das den Zustand darstellt, in dem ein Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug, das ein Brennstoffzellensystem gemäß einem zweiten Modus der vorliegenden Erfindung aufweist, auf einer Gefällestrecke gestoppt ist;

Fig. 4B ist ein konzeptionelles Diagramm, das den Zustand darstellt, in dem das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug, das das Brennstoffzellensystem gemäß dem zweiten Modus der vorliegenden Erfindung aufweist, auf einer Steigungsstrecke gestoppt ist;

Fig. 5 ist eine Tabellenabbildung, die eine Beziehung zwischen dem Neigungswinkel der Brennstoffzelle des Brennstoffzellensystems gemäß dem zweiten Modus der vorliegenden Erfindung und der aus der Brennstoffzelle auszulassenden Wassermenge darstellt; und

Fig. 6 ist ein Flussdiagramm zum Erklären eines Verfahrens zum Starten des Brennstoffzellensystems gemäß dem zweiten Modus der vorliegenden Erfindung.

Beste Modi zum Ausführen der Erfindung

[0012] Ein Brennstoffzellensystem **1** gemäß den Modi der vorliegenden Erfindung wird nun Bezug nehmend auf Zeichnungen beschrieben. Für die Modi der Erfindung wird eine Beschreibung für ein Beispiel geliefert, bei dem die vorliegende Erfindung auf ein eingebautes Leistungserzeugungssystem in einem Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** (einem mobilen Gegenstand) angewandt ist.

<Erster Modus>

[0013] Ein Brennstoffzellensystem **1** gemäß einem ersten Modus der vorliegenden Erfindung wird nun

Bezug nehmend auf **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben. Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist das Brennstoffzellensystem gemäß diesem Modus Folgendes auf: eine Brennstoffzelle **10**, die nach einem Empfangen von Quellgasen (einem Oxidiergas und einem Brennstoffgas) eine elektrische Leistung erzeugt; ein Oxidiergas-Rohrleitungssystem **2**, das der Brennstoffzelle **10** Luft als ein Oxidiergas zuführt; ein Wasserstoffgas-Rohrleitungssystem **3**, das der Brennstoffzelle **10** Wasserstoffgas als ein Brennstoffgas zuführt; und eine Steuerungseinheit **4**, die das Gesamtsystem steuert.

[0014] Die Brennstoffzelle **10** hat eine Stapelstruktur, die durch ein Schichten einer vorbestimmten Zahl von elektrischen Zellen, die nach einem Empfangen von Quellgasen eine elektrische Leistung erzeugen, geliefert ist. Die durch die Brennstoffzelle **10** erzeugte elektrische Leistung wird einer PCU (= power control unit = Leistungssteuerungseinheit) 11 zugeführt. Die PCU **11** weist einen Wechselrichter, einen Gleichstromwandler etc. auf, die zwischen der Brennstoffzelle **10** und einem Traktionsmotor **12** angeordnet sind.

[0015] Das Oxidiergas-Rohrleitungssystem **2** weist einen Luftzufuhrkanal **21** zum Zuführen eines Oxidiergases (Luft), das durch einen Befeuchter **20** befeuchtet wurde, zu der Brennstoffzelle **10**, einen Luftentladekanal **22** zum Leiten eines aus der Brennstoffzelle **10** ausgetragenen Oxidierabgases zu dem Befeuchter **20** und einen Austrittskanal **23** zum Leiten des Oxidierabgases von dem Befeuchter **20** nach außen auf. Ein Verdichter **24** zum Holen eines in der Luft enthaltenen Oxidiergases und Übertragen des Gases zu dem Befeuchter **20** unter Druck befindet sich entlang dem Luftzufuhrkanal **21**. Der Betrieb des Verdichters **24** wird durch die Steuerungseinheit **4** gesteuert.

[0016] Das Wasserstoffgas-Rohrleitungssystem **3** weist einen Wasserstofftank **30**, der als eine Brennstoffzufuhrquelle dient, in der ein Hochdruck-Wasserstoffgas gespeichert ist, einen Wasserstoffzufuhrkanal **31** zum Zuführen von Wasserstoffgas von dem Wasserstofftank **30** zu der Brennstoffzelle **10** und einen Zirkulierkanal **32** zum Zurückführen eines Wasserstoffabgases, das aus der Brennstoffzelle **10** ausgetragen wird, zu dem Wasserstoffzufuhrkanal **31** auf. Es sei bemerkt, dass eine Reformiervorrichtung, die unter Verwendung eines Kohlenwasserstoff-Brennstoffs ein wasserstoffreiches reformiertes Gas erzeugt, und ein Hochdruck-Gastank, in dem das durch die Reformiervorrichtung erzeugte reformierte Gas unter einem hohen Druck gespeichert ist, als eine Ersatz-Brennstoffzufuhrquelle für den Wasserstofftank **30** verwendet sein können. Ferner kann ein Tank, der eine Wasserstoff okkludierende Legierung enthält, als eine Brennstoffzufuhrquelle verwendet sein.

[0017] Ein Absperrventil **33**, das die Zufuhr von Wasserstoffgas von dem Wasserstofftank **30** blockiert oder zulässt, und ein Regulierer **34**, der den Druck von Wasserstoffgas anpasst, sind entlang dem Wasserstoffzufuhrkanal **31** vorgesehen. Bei diesem Modus ist ein Regulierer **34** eines Typs mit einem anpassbaren Druck verwendet, bei dem ein Zielwert für einen zuzuführenden Druck durch einen Schrittmotor geändert werden kann. Der Betrieb des Absperrventils **33** und des Regulierers **34** wird durch die Steuerungseinheit **4** gesteuert.

[0018] Ein Entladekanal **37** ist über einen Gas-Flüssigkeits-Separator **35** und ein Austritts-/Auslassventil **36** mit dem Zirkulierkanal **32** verbunden. Der Gas-Flüssigkeits-Separator **35** sammelt Wasser von dem Wasserstoffabgas. Das Austritts-/Auslassventil **36** ist gemäß einer Anweisung, die durch die Steuerungseinheit **4** ausgegeben wird, zu betreiben und lässt Wasser, das durch den Gas-Flüssigkeits-Separator **35** gesammelt wird, und Wasserstoffabgas, das in dem Zirkulierkanal **32** verbleibt und eine Verunreinigung enthält, nach außen aus. Zusätzlich ist entlang dem Zirkulierkanal **32** eine Wasserstoffpumpe **38** vorgesehen, um Wasserstoffabgas in dem Zirkulierkanal **32** unter Druck zu dem Wasserstoffzufuhrkanal **31** zu transportieren. Es sei bemerkt, dass das Gas in dem Entladekanal **37** durch eine Verdünnungsvorrichtung (nicht gezeigt) verdünnt wird, so dass sich das Gas bei einem Entladerohr **39** mit einem Gas in dem Austrittskanal **23** mischt.

[0019] Die Steuerungseinheit **4** erfasst einen Betätigungsbetrag eines Beschleunigungscontrollers (ein Gaspedal etc.), der in dem Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** angebracht ist, und steuert nach einem Empfangen von Steuerungsinformationen, wie einem Beschleunigungsanfragewert (z. B. die Menge einer elektrischen Leistung, die für eine Erzeugung durch eine Lastvorrichtung, wie den Traktionsmotor **12**, angefragt wird), den Betrieb verschiedener Vorrichtungen in dem System. Es sei bemerkt, dass eine Lastvorrichtung ein allgemeiner Ausdruck für Elektrizität verbrauchende Vorrichtungen ist, der nicht nur den Traktionsmotor **12**, sondern auch eine Zusatzausrüstung (z. B. Motoren für den Verdichter **24**, die Wasserstoffpumpe **38** und eine Kühlpumpe), Betätigungsvorrichtungen, die durch verschiedene Vorrichtungen (ein Schaltgetriebe, eine Radsteuerung, ein Lenkgetriebe, ein Fahrwerksystem etc.), die auf das Fahren des Brennstoffzellen-Hybridfahrzeugs **S** bezogen sind, verwendet sind, ein Luftkonditioniersystem (eine Klimaanlage), das für einen Fahrgastraum verwendet ist, eine Beleuchtung und ein Audiosystem umfasst.

[0020] Die Steuerungseinheit **4** ist durch ein Computersystem (nicht gezeigt) gebildet. Dieses Computersystem weist eine CPU, einen ROM, einen RAM, ein HDD, eine Eingabe-/Ausgabe-Schnittstelle und eine

Anzeigevorrichtung auf. Wenn die CPU verschiedene Steuerungsprogramme, die in dem ROM gespeichert sind, liest und ausführt, werden verschiedene Steuerungsoperationen durchgeführt.

[0021] Genauer gesagt, die Steuerungseinheit **4** führt der Brennstoffzelle **10** durch Treiben des Verdichters **24**, des Absperrventils **33** und des Regulierers **34** Gas (ein Oxidiergas und ein Wasserstoffgas) zu und führt ein „Spülen" zum Austragen von Wasser aus der Brennstoffzelle **10** nach außen durch. Wenn ein Spülen durchzuführen ist, reduziert die Steuerungseinheit **4** temporär das Befeuchten eines Oxidiergases unter Verwendung des Befeuchters **20** oder hält dasselbe temporär an. Es sei bemerkt, dass die Steuerungseinheit **4** dieses Modus ein Spülen ungeachtet dessen durchführen soll, ob der Betrieb der Brennstoffzelle **10** angehalten ist (ob eine Leistungserzeugung angehalten ist) oder während des Betriebs der Brennstoffzelle **10** ein Entleeren durchgeführt wird (ein Gas in dem Zirkulierkanal **32** ausgetragen wird).

[0022] Die Steuerungseinheit **4** schätzt bzw. ermittelt ferner basierend auf der Wassermenge, die in der Brennstoffzelle **10** verbleibt, die Wassermenge, die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassen ist, wenn ein Spülen durchgeführt wird. Bei einem Fall beispielsweise, bei dem die in der Brennstoffzelle **10** verbleibende Wassermenge „W_1" ist, ermittelt die Steuerungseinheit **4** basierend auf einer Abbildung, die in **Fig. 2** dargestellt ist, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge „Q_1" ist. Ähnlich ermittelt die Steuerungseinheit **4** bei einem Fall, bei dem die in der Brennstoffzelle **10** verbleibende Wassermenge „W_4 (> W_1)" ist, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge „Q_4 (> Q_1)" ist. Das heißt, da in der Brennstoffzelle **10** eine große Restwassermenge vorhanden ist, ermittelt die Steuerungseinheit **4**, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge erhöht ist.

[0023] Es sei bemerkt, dass die Steuerungseinheit **4** beispielsweise eine Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle **10** verwendet, um bei der Anfangs-Steuerungsstufe die Wassermenge (die Anfangs-Restwassermenge), die in der Brennstoffzelle **10** verbleibt, zu ermitteln. Dann wird basierend auf der Abbildung in **Fig. 2** die auszulassende Wassermenge, die der Anfangs-Restwassermenge entspricht, ermittelt und von der Anfangs-Restwassermenge abgezogen, so dass eine neue verbleibende Wassermenge (eine neue Restwassermenge) erhalten wird. Danach wird basierend auf der Abbildung in **Fig. 2** eine neue auszulassende Wassermenge, die der neuen Restwassermenge entspricht, ermittelt. Durch Durchführen des gleichen Verfahrens werden eine Berechnung für die neueste Restwassermenge und eine Schätzung für die neueste auszulassende Wassermenge durchgeführt.

[0024] Als Nächstes wird nun ein Verfahren zum Starten des Brennstoffzellensystems **1** gemäß diesem Modus durch Verwenden des Flussdiagramms in **Fig. 3** beschrieben.

[0025] Während eines normalen Betriebs des Brennstoffzellensystems **1** wird der Brennstoffelektrode der Brennstoffzelle **10** entlang dem Wasserstoffzufuhrkanal **31** Wasserstoffgas aus dem Wasserstofftank **30** zugeführt, während der Oxidationselektrode der Brennstoffzelle **10** entlang dem Luftzufuhrkanal **21** Luft, für die die Feuchtigkeit angepasst wurde, zugeführt wird, und es wird eine elektrische Leistung erzeugt. Zu dieser Zeit wird durch die Steuerungseinheit **4** die der Brennstoffzelle **10** zuzuführende elektrische Leistung (die angefragte elektrische Leistung) berechnet, und gemäß der Quantität einer erhaltenen elektrischen Leistung wird der Brennstoffzelle **10** eine Mischung entsprechender Mengen von Wasserstoffgas und Luft zugeführt. Da während eines normalen Betriebs der Betriebszustand der Brennstoffzelle **10** nass ist, wird Wasser in der Brennstoffzelle **10** zurückgehalten, wenn der Betrieb angehalten wird. In diesem Modus sollte daher, nachdem ein normaler Betrieb angehalten wurde, und bevor die Brennstoffzelle **10** gestartet wird, ein Spülen durchgeführt werden, und zu der Zeit, zu der das Spülen durchgeführt wird, erfolgt eine Schätzung der auszulassenden Wassermenge.

[0026] Das heißt, zuerst ermittelt die Steuerungseinheit **4** des Brennstoffzellensystems **1** bei der Anfangs-Steuerungsstufe (dem Anfangs- Restwassermengen-Schätzschritt: **S1**) basierend auf einer Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle **10** etc. die Wassermenge (die Anfangs-Restwassermenge), die in der Brennstoffzelle **10** verbleibt. Darauf folgend bestimmt die Steuerungseinheit **4**, ob die Anfangs-Restwassermenge kleiner als ein vorbestimmter zulässiger Wert (eine derartige Restwassermenge, dass die Brennstoffzelle **10** gestartet werden kann) ist (Anfangs-Restwassermengen-Bestimmungsschritt: **S2**), und bei einem Fall, bei dem bestimmt wird, dass die Anfangs-Restwassermenge kleiner als der zulässige Wert ist, wird die Brennstoffzelle **10** gestartet, ohne ein Spülen durchzuführen (Startschritt: **S8**).

[0027] Andererseits verwendet die Steuerungseinheit **4** bei einem Fall, bei dem die Steuerungseinheit **4** bei dem Anfangs-Restwassermengen-Bestimmungsschritt **S2** bestimmt hat, dass die Anfangs-Restwassermenge gleich oder größer als der zulässige Wert ist, die Abbildung in **Fig. 2**, um im Einklang mit der Anfangs-Restwassermenge, die bei dem Anfangs-Restwassermengen-Schätzschritt **S1** ermittelt wurde, zu bestimmen, welche Wassermenge auszulassen ist (Auslassmengen-Bestimmungsschritt: **S3**). Bei einem Fall beispielsweise, bei dem die Anfangs-Restwassermenge „W_3" ist, wird bestimmt, dass die auszulassende Wassermenge „Q_3" ist.

[0028] Auf den Auslassmengen-Bestimmungsschritt **S3** folgend, zieht die Steuerungseinheit **4** die auszulassende Wassermenge (Q_3), die bei dem Auslassmengen-Bestimmungsschritt **S3** ermittelt wurde, von der Anfangs-Restwassermenge (W_3), die bei dem Anfangs-Restwassermengen-Schätzschritt **S1** ermittelt wurde, ab, und erhält einen neuen Wert für die Wassermenge, die in der Brennstoffzelle **10** verbleibt (eine neue Restwassermenge: „$W_3 - Q_3$“) (Neu-Restwassermengen-Berechnungsschritt: **S4**). Dann bestimmt die Steuerungseinheit **4**, ob die neue Restwassermenge kleiner als der vorbestimmte zulässige Wert ist (Neu-Restwassermengen-Bestimmungsschritt: **S5**).

[0029] Bei einem Fall, bei dem die Steuerungseinheit **4** bei dem Neu-Restwassermengen-Bestimmungsschritt **S5** bestimmt hat, dass die neue Restwassermenge kleiner als der zulässige Wert ist, führt die Steuerungseinheit **4** ein normales Spülen durch (Normalspülschritt: **S6)** und startet die Brennstoffzelle **10** (Startschritt: **S8**). Andererseits führt die Steuerungseinheit **4** bei einem Fall, bei dem die Steuerungseinheit **4** bei dem Neu-Restwassermengen-Bestimmungsschritt **S5** bestimmt hat, dass die neue Restwassermenge gleich oder größer als der zulässige Wert ist, ein Spülen auf einem höheren Niveau als normal durch (Höheres-Niveau-Spülschritt: **S7**) und startet danach die Brennstoffzelle **10** (Startschritt: **S8**).

[0030] Gemäß dem Brennstoffzellensystem **1** des im Vorhergehenden beschriebenen Modus kann die aus der Brennstoffzelle **10** nach außen auszulassende Wassermenge genau ermittelt werden, während der Zustand der Brennstoffzelle **10** (die in der Brennstoffzelle **10** verbleibende Wassermenge) berücksichtigt wird, und bei einem Fall, bei dem eine große (kleine) Wassermenge in der Brennstoffzelle **10** verbleibt, kann ermittelt werden, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge ebenfalls erhöht (reduziert) sein wird. Zu dieser Zeit ist nicht immer eine proportionale Beziehung zwischen der in der Brennstoffzelle **10** verbleibenden Wassermenge und der ausgelassenen Wassermenge eingerichtet, und die auszulassende Wassermenge kann basierend auf der in **Fig. 2** gezeigten Beziehung der Restwassermenge und der Menge des auszulassenden Wassers genau ermittelt werden. Da der korrekte Feuchtigkeitsstatus der Brennstoffzelle **10** erhalten werden kann, kann dies daher zu der Verbesserung der Startfunktion der Brennstoffzelle **10** in einer Niedrigtemperaturumgebung beitragen und kann die Durchführung eines unnötigen Spülens verhindern und die Menge von Brennstoff (Wasserstoffgas), die verbraucht wird, reduzieren.

[0031] Ferner kann, da das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** (der mobile Gegenstand) gemäß dem im Vorhergehenden beschriebenen Modus das Brennstoffzellensystem **1** aufweist, das basierend auf dem Zustand der Brennstoffzelle **10** die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge genau ermitteln kann, ein überlegenes Startverhalten in einer Niedrigtemperaturumgebung gezeigt werden und die Menge eines verbrauchten Brennstoffs reduziert werden.

<Zweiter Modus>

[0032] Als Nächstes wird Bezug nehmend auf **Fig. 4** bis **Fig. 6** ein Brennstoffzellensystem gemäß einem zweiten Modus der vorliegenden Erfindung beschrieben. Das Brennstoffzellensystem gemäß diesem Modus verwendet eine Modifikation der Anordnung (der Funktion) der Steuerungseinheit des Brennstoffzellensystems **1** gemäß dem ersten Modus, und der Rest der Anordnung ist im Wesentlichen gleich wie dieselbe für den ersten Modus. Es wird daher hauptsächlich der modifizierte Abschnitt der Anordnung beschrieben, während für die Abschnitte, die gemeinsam mit dem ersten Modus verwendet sind, durch Vorsehen entsprechender Ziffern keine Beschreibung geliefert wird.

[0033] Bei dem Brennstoffzellensystem gemäß diesem Modus ist eine Brennstoffzelle **10** in einem Zustand, in dem die Brennstoffzelle **10** der Länge nach, fast in der Mitte eines Brennstoffzellen-Hybridfahrzeugs **S**, das in **Fig. 4** dargestellt ist, positioniert ist, an einem Fahrzeugkörper befestigt. Und der innere Gaskanal für die Brennstoffzelle **10** ist gebildet, um bei einem Fall, bei dem das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** horizontal fährt, im Wesentlichen horizontal zu sein, und an der Hinterseite der Brennstoffzelle **10** ist eine Ablassöffnung für Wasser, das entlang dem Gaskanal fließt, angeordnet. Wenn das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S**, wie in **Fig. 4A** gezeigt, entlang einer Gefällestrecke fährt, ist daher die Brennstoffzelle **10** so geneigt, dass die Wasserablassöffnungsposition höher als die Vorderseite ist, und wenn das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S**, wie in **Fig. 4B** gezeigt, entlang einer Steigungsstrecke fährt, ist die Brennstoffzelle **10** so geneigt, dass die Wasserablassöffnungsposition niedriger als die Vorderseite ist.

[0034] In dem Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** ist ferner ein Neigungssensor (nicht gezeigt) angebracht, der einen Längsneigungswinkel θ der Brennstoffzelle **10** erfasst. Bei diesem Modus ist bei einem Fall, bei dem, wie in **Fig. 4A** gezeigt, die Hinterseite (die Wasserablassöffnung) der Brennstoffzelle **10** höher als die Vorderseite positioniert ist, ein Neigungswinkel bezüglich der horizontalen Ebene der Brennstoffzelle **10** als positiv definiert (+θ). Ferner ist bei einem Fall, bei dem, wie in **Fig. 4B** gezeigt, die Hinterseite (die Wasserablassöffnung) der Brennstoffzelle **10** niedriger als die Vorderseite positioniert ist, ein Neigungswinkel bezüglich der horizontalen Ebe-

ne der Brennstoffzelle **10** als negativ definiert (-θ). Informationen, die durch den Neigungssensor bezüglich des Neigungswinkels θ der Brennstoffzelle **10** erfasst werden, werden zu der Steuerungseinheit übertragen und für eine Schätzung der auszulassenden Wassermenge verwendet.

[0035] Ebenso wie bei dem ersten Modus treibt die Steuerungseinheit des Brennstoffzellensystems gemäß diesem Modus einen Verdichter **24**, ein Absperrventil **33** und einen Regulierer **34**, um der Brennstoffzelle **10** Gas (ein Oxidiergas und ein Wasserstoffgas) zuzuführen, und veranlasst somit die Durchführung eines „Spülens“, um Wasser aus der Brennstoffzelle **10** nach außen auszulassen.

[0036] Die Steuerungseinheit schätzt zw. ermittelt ferner basierend auf dem Neigungswinkel der Brennstoffzelle **10** die Wassermenge, die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassen ist, wenn ein Spülen durchgeführt wird. Genauer gesagt, die Steuerungseinheit bestimmt, dass in dem Zustand eines positiven Neigungswinkels (+θ), der in **Fig. 4A** gezeigt ist, in dem Wasser in der Brennstoffzelle **10** schwierig nach außen auszulassen ist, die auszulassende Wassermenge reduziert sein wird. Andererseits bestimmt die Steuerungseinheit, dass in dem Zustand eines negativen Neigungswinkels (-0), der in **Fig. 4B** gezeigt ist, in dem Wasser in der Brennstoffzelle **10** leicht nach außen auszulassen ist, die auszulassende Wassermenge erhöht sein wird.

[0037] Die Steuerungseinheit für diesen Modus verwendet eine Abbildung, die in **Fig. 5** dargestellt ist, um eine Schätzung der auszulassenden Wassermenge durchzuführen. Bei einem Fall beispielsweise, bei dem der Neigungswinkel der Brennstoffzelle **10** „$-\theta_3$“ ist, wird basierend auf der in **Fig. 5** gezeigten Abbildung ermittelt, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge „Q_{11}“ ist. Ebenso wird bei einem Fall, bei dem der Neigungswinkel der Brennstoffzelle **10** „θ_3 ($> -\theta_3$)“ ist, ermittelt, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge „Q_{17} ($< Q_{11}$)“ ist. Das heißt, die Steuerungseinheit schätzt bzw. bestimmt, dass, wenn der Neigungswinkel θ der Brennstoffzelle **10** groß wird (der Neigungswinkel positiv ist und dessen absoluter Wert groß ist), die aus der Brennstoffzelle auszulassende Wassermenge reduziert sein wird.

[0038] Es wird nun durch Verwenden eines Flussdiagramms in **Fig. 6** ein Startverfahren für das Brennstoffzellensystem gemäß diesem Modus beschrieben.

[0039] Da der Betriebszustand der Brennstoffzelle **10** während eines normalen Betriebs des Brennstoffzellensystems nass ist, wird Wasser in der Brennstoffzelle **10** zurückgehalten, wenn der Betrieb angehalten wird. In diesem Modus sollte daher, nachdem ein normaler Betrieb angehalten wurde, und bevor die Brennstoffzelle **10** gestartet wird, ein Spülen durchgeführt werden, und zu der Zeit, zu der das Spülen durchgeführt wird, erfolgt eine Schätzung der auszulassenden Wassermenge.

[0040] Das heißt, zuerst ermittelt die Steuerungseinheit des Brennstoffzellensystems basierend auf einer Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle **10** etc. die Wassermenge, die bei der Anfangs-Steuerungsstufe in der Brennstoffzelle **10** verbleibt (die Anfangs-Restwassermenge: z. B. „W_0“) (Anfangs-Restwassermengen-Schätzschritt: **S11**). Dann bestimmt die Steuerungseinheit, ob die Anfangs-Restwassermenge (W_0) kleiner als ein vorbestimmter zulässiger Wert (die Restwassermenge, bei der die Brennstoffzelle **10** gestartet werden kann) ist (Anfangs-Restwassermengen-Bestimmungsschritt: **S12**). Und bei einem Fall, bei dem bestimmt wird, dass die Anfangs-Restwassermenge (Wo) kleiner als der zulässige Wert ist, wird die Brennstoffzelle **10** gestartet, ohne ein Spülen durchzuführen (Startschritt: **S19**).

[0041] Andererseits verwendet die Steuerungseinheit bei einem Fall, bei dem die Steuerungseinheit bei dem Anfangs-Restwassermengen-Bestimmungsschritt **S12** bestimmt hat, dass die Anfangs-Restwassermenge (W_0) gleich oder größer als der zulässige Wert ist, einen Neigungssensor, um den Neigungswinkel der Brennstoffzelle **10** zu erfassen (Neigungswinkel-Erfassungsschritt: S13). Dann ermittelt die Steuerungseinheit basierend auf der Abbildung, die in **Fig. 5** dargestellt ist, die auszulassende Wassermenge im Einklang mit dem Neigungswinkel, der bei dem Neigungswinkel-Erfassungsschritt **S13** erhalten wurde (Auslassmengen-Bestimmungsschritt: S14). Bei einem Fall beispielsweise, bei dem der Neigungswinkel der Brennstoffzelle **10** „θ_2“ ist, wird bestimmt, dass die auszulassende Wassermenge „Q_{16}“ ist.

[0042] Auf den Auslassmengen-Bestimmungsschritt **S14** folgend, zieht die Steuerungseinheit die auszulassende Wassermenge (Q_{16}), die bei dem Auslassmengen-Bestimmungsschritt **S14** ermittelt wurde, von der Anfangs-Restwassermenge (W_0), die bei dem Anfangs-Restwassermengen-Schätzschritt **S11** ermittelt wurde, ab, und erhält einen neuen Wert für die Wassermenge, die in der Brennstoffzelle **10** verbleibt (eine neue Restwassermenge: „$W_0 - Q_{16}$“) (Neu-Restwassermengen-Berechnungsschritt: **S15**). Darauf folgend bestimmt die Steuerungseinheit, ob die neue Restwassermenge kleiner als der vorbestimmte zulässige Wert ist (Neu-Restwassermengen-Bestimmungsschritt: **S16**).

[0043] Bei einem Fall, bei dem die Steuerungseinheit bei dem Neu-Restwassermengen-Bestimmungsschritt **S16** bestimmt hat, dass die neue Restwassermenge kleiner als der zulässige Wert ist, wird ein nor-

males Spülen durchgeführt (Normalspülschritt: **S17**), und die Brennstoffzelle **10** wird gestartet (Startschritt: **S19**). Andererseits führt die Steuerungseinheit bei einem Fall, bei dem die Steuerungseinheit bei dem Neu-Restwassermengen-Bestimmungsschritt **S16** bestimmt hat, dass die neue Restwassermenge gleich oder größer als der zulässige Wert ist, ein Spülen auf einem höheren Niveau als normal durch (Höheres-Niveau-Spülschritt: S18) und startet dann die Brennstoffzelle **10** (Startschritt: **S19**).

[0044] Gemäß dem Brennstoffzellensystem des im Vorhergehenden beschriebenen Modus kann durch Berücksichtigen des Zustands (des Neigungswinkels) der Brennstoffzelle **10** eine aus der Brennstoffzelle **10** nach außen auszulassen genaue Wassermenge ermittelt werden, und bei einem Fall, bei dem das Auslassen von Wasser aus der Brennstoffzelle **10** leicht (oder schwierig) ist, da die Brennstoffzelle geneigt ist, kann ermittelt werden, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge erhöht (oder reduziert) sein wird. Da der Feuchtigkeitsstatus der Brennstoffzelle **10** genau bestimmt werden kann, kann dies daher zu einer Verbesserung der Startfunktion der Brennstoffzelle **10** in einer Niedrigtemperaturumgebung beitragen, und es kann ferner die Durchführung eines unnötigen Spülens verhindert werden und die Menge von Brennstoff (Wasserstoffgas), die verbraucht wird, reduziert werden.

[0045] Ferner kann sich, da das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** (der mobile Gegenstand) gemäß dem im Vorhergehenden beschriebenen Modus das Brennstoffzellensystem aufweist, das basierend auf dem Zustand der Brennstoffzelle **10** die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge genau ermitteln kann, ein überlegenes Startverhalten in einer Niedrigtemperaturumgebung zeigen und ferner die Menge eines verbrauchten Brennstoffs reduziert werden.

[0046] Es sei bemerkt, dass für den zweiten Modus ein Beispiel verwendet wurde, bei dem die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge gemäß dem Neigungswinkel der Brennstoffzelle **10** ermittelt wird, und die Menge eines ausgelassenen Wassers auch basierend auf dem Zustand einer Kraft, die auf die Brennstoffzelle **10** ausgeübt wird, ermittelt werden kann. Bei einem Fall beispielsweise, bei dem, da das Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug **S** plötzlich beschleunigt (verlangsamt) wird, auf die Brennstoffzelle **10** eine rückwärts (vorwärts) gerichtete Trägheitskraft ausgeübt wird, die bewirkt, dass Wasser in der Brennstoffzelle **10** leicht (schwierig) nach außen auszulassen ist, kann bestimmt werden, dass die aus der Brennstoffzelle **10** auszulassende Wassermenge erhöht (reduziert) sein wird. Zu dieser Zeit wird eine Abbildung, die eine Beziehung zwischen der Trägheitskraft, die auf die Brennstoffzelle **10** wirkt, und der ausgelassenen Wassermenge darstellt, im Voraus vorbereitet, und die auszulassende Wassermenge kann basierend auf dieser Abbildung bestimmt werden.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0047] Wie bei den vorhergehenden Modi beschrieben, kann das Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung in Brennstoffzellen-Hybridfahrzeugen und ferner an verschiedenen anderen Typen von mobilen Gegenständen als Brennstoffzellen-Hybridfahrzeuge (Robotern, Schiffen, Flugzeugen etc.) angebracht sein. Das Brennstoffzellensystem dieser Erfindung kann ferner auf ein stationäres Leistungserzeugungssystem angewandt sein, das als eine Leistungserzeugungsausrüstung für Gebäude (Häuser, Bürogebäude etc.) verwendet ist.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (1), das eine Brennstoffzelle (10) zum Erzeugen elektrischer Leistung und eine Steuerungseinheit (4) zum Durchführen eines Spülens, um der Brennstoffzelle (10) Gas zuzuführen und somit Wasser in der Brennstoffzelle (10) nach außen auszulassen, aufweist, wobei die Steuerungseinrichtung (4) konfiguriert ist, um, nachdem ein normaler Betrieb angehalten wurde und bevor das Brennstoffzellensystem gestartet wird:
eine Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4) über eine Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle (10) zu berechnen und zu bestimmen, ob die Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4) kleiner als ein vorbestimmter zulässiger Wert ist;
wobei die Steuerungseinrichtung (4) weiter konfiguriert ist, um, wenn die Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4) größer oder gleich dem zulässigen Wert ist, eine neue Restwassermenge zu berechnen, und zwar durch Abziehen einer auszulassenden Wassermenge (Q_1 bis Q_4) von der Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4), wobei die auszulassende Wassermenge (Q_1 bis Q_4) korrespondierend zu der Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4) vorbestimmt ist;
und um, basierend auf dem Wert der neuen Restwassermenge, ein normales Spülen oder ein Spülen auf einem höheren Niveau als normal durchzuführen.

2. Brennstoffzellensystem (1), das eine Brennstoffzelle (10) zum Erzeugen elektrischer Leistung, eine Steuerungseinheit (4) zum Durchführen eines Spülens, um der Brennstoffzelle (10) Gas zuzuführen und somit Wasser in der Brennstoffzelle (10) nach außen auszulassen, und einen Neigungssensor aufweist, wobei die Steuerungseinrichtung (4) konfiguriert ist, um, nachdem ein normaler Betrieb angehalten wurde und bevor das Brennstoffzellensystem gestartet wird, eine Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4) über eine Änderung des Gewichts der Brennstoffzelle (10) zu berechnen und zu bestimmen, ob die Anfangs-Restwassermenge (W_1 bis W_4) kleiner als ein

vorbestimmter zulässiger Wert ist; wobei die Steuerungseinrichtung (4) weiter konfiguriert ist, um, wenn die Anfangs-Restwassermenge (Wo) größer als oder gleich dem zulässigen Wert ist, eine neue Restwassermenge basierend auf einem Neigungswinkel ($-\theta_3$ bis $+\theta_3$) der Brennstoffzelle (10) zu berechnen, der durch den Neigungssensor erfasst wird, und zwar durch Abziehen einer auszulassenden Wassermenge (Q_{11} bis Q_{17}) von der Anfangs-Restwassermenge (W_0), wobei die auszulassende Wassermenge (Q_{11} bis Q_{17}) korrespondierend zu dem erfassten Neigungswinkel ($-\theta_3$ bis $+\theta_3$) vorbestimmt ist.

3. Brennstoffzellensystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuerungseinheit (4) konfiguriert ist, um, in einem Fall, in dem die Anfangs-Restwassermenge kleiner als der zulässige Wert ist, kein Spülen durchzuführen.

4. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Steuerungseinheit (4) konfiguriert ist, um das normale Spülen in einem Fall durchzuführen, in dem die berechnete neue Restwassermenge kleiner als der zulässige Wert ist, und das Spülen auf einem höheren Niveau in einem Fall durchzuführen, in dem die berechnete neue Restwassermenge größer oder gleich dem zulässigen Wert ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

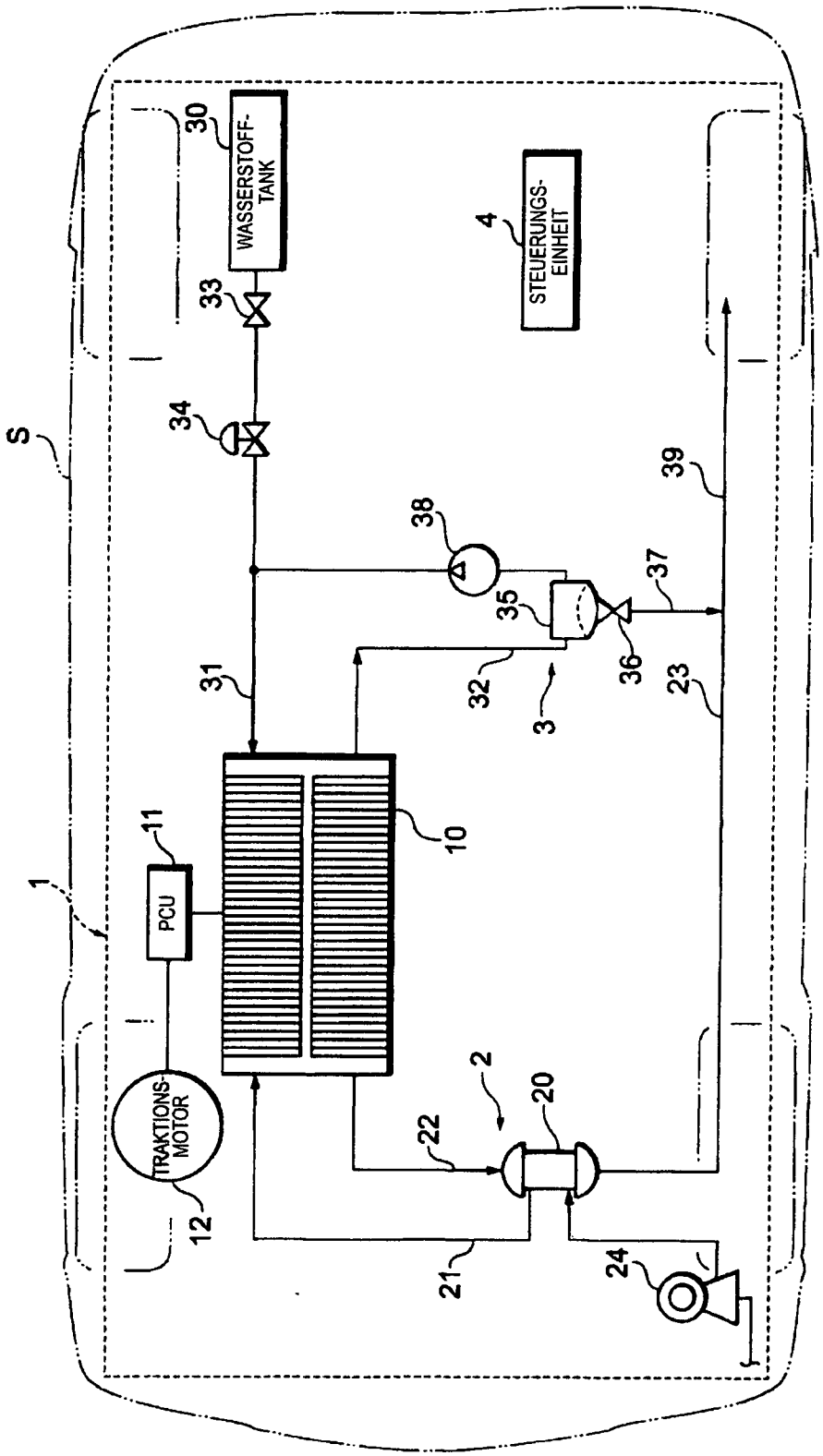


Fig. 2

RESTWASSERMENGE (g/Zelle)	W_1	W_2	W_3	W_4
WASSERAUSLASS-MENGE (g)	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4

$$W_1 < W_2 < W_3 < W_4$$

$$Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4$$

Fig. 3

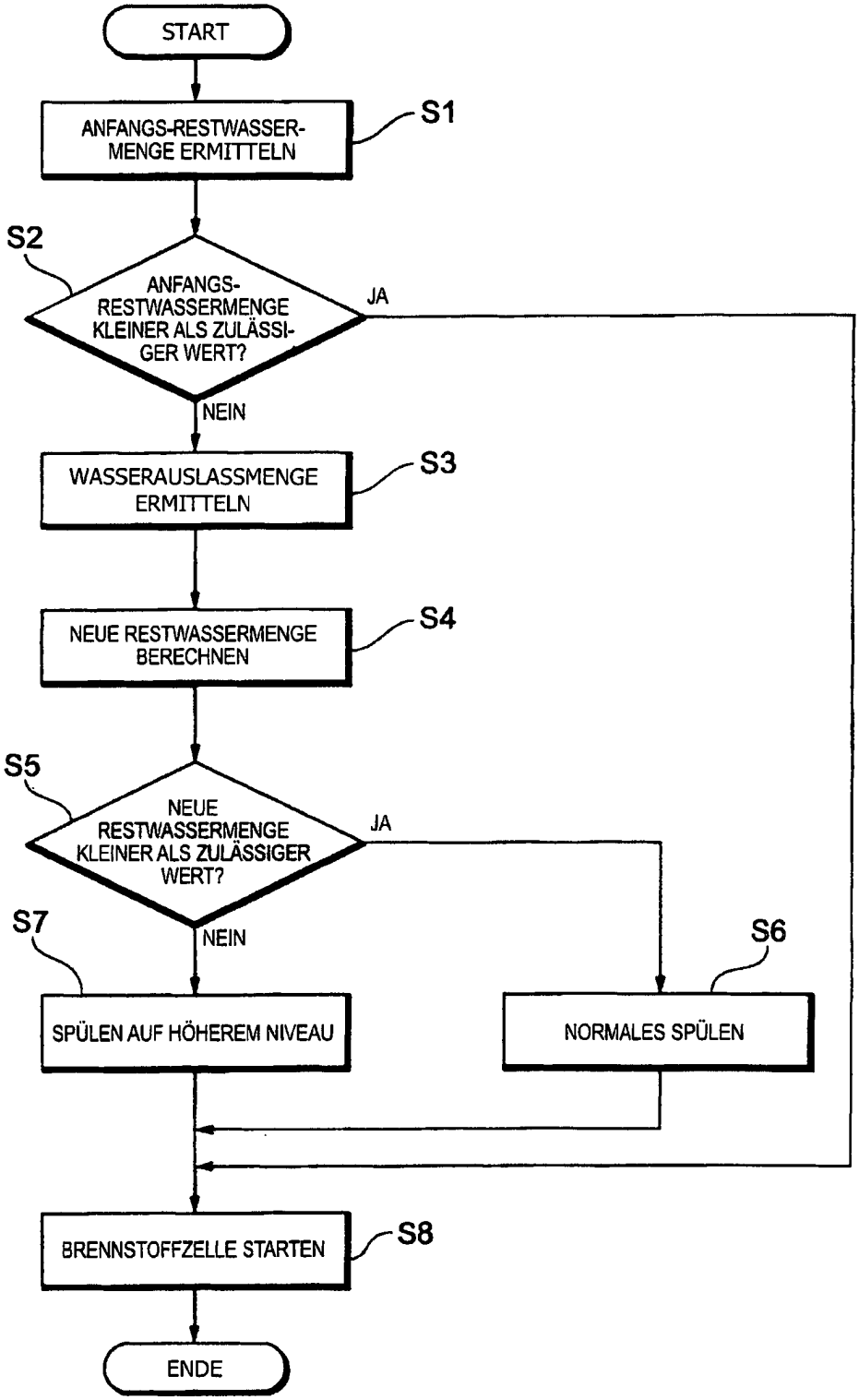

START
ANFANGS-RESTWASSER-MENGE ERMITTELN
S1
S2
ANFANGS-RESTWASSERMENGE KLEINER ALS ZULÄSSIGER WERT?
JA
NEIN
WASSERAUSLASSMENGE ERMITTELN
S3
NEUE RESTWASSERMENGE BERECHNEN
S4
S5
NEUE RESTWASSERMENGE KLEINER ALS ZULÄSSIGER WERT?
JA
NEIN
S7
S6
SPÜLEN AUF HÖHEREM NIVEAU
NORMALES SPÜLEN
BRENNSTOFFZELLE STARTEN
S8
ENDE

Fig. 4A

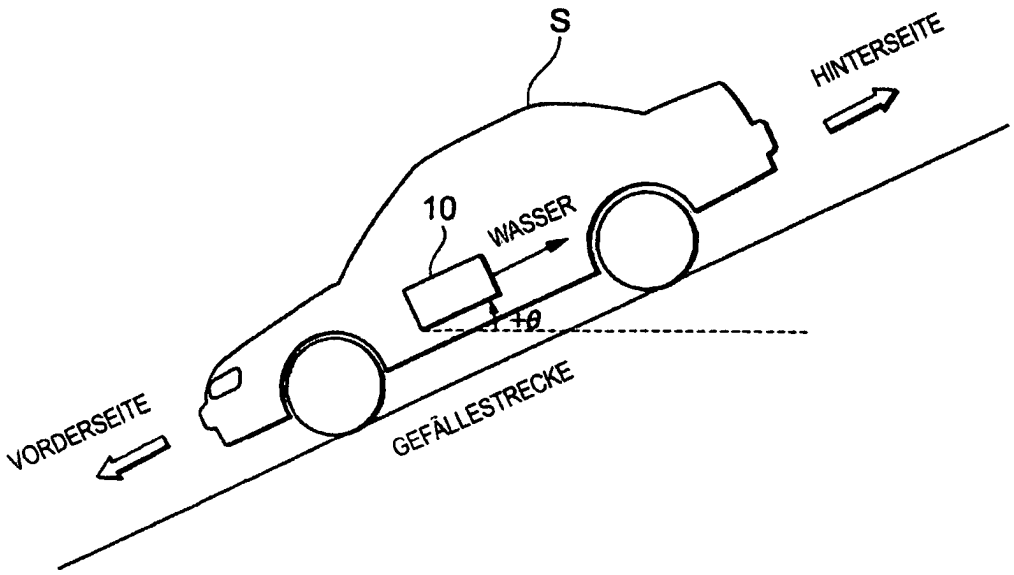

S
HINTERSEITE
10
WASSER
+θ
VORDERSEITE
GEFÄLLESTRECKE

Fig. 4B

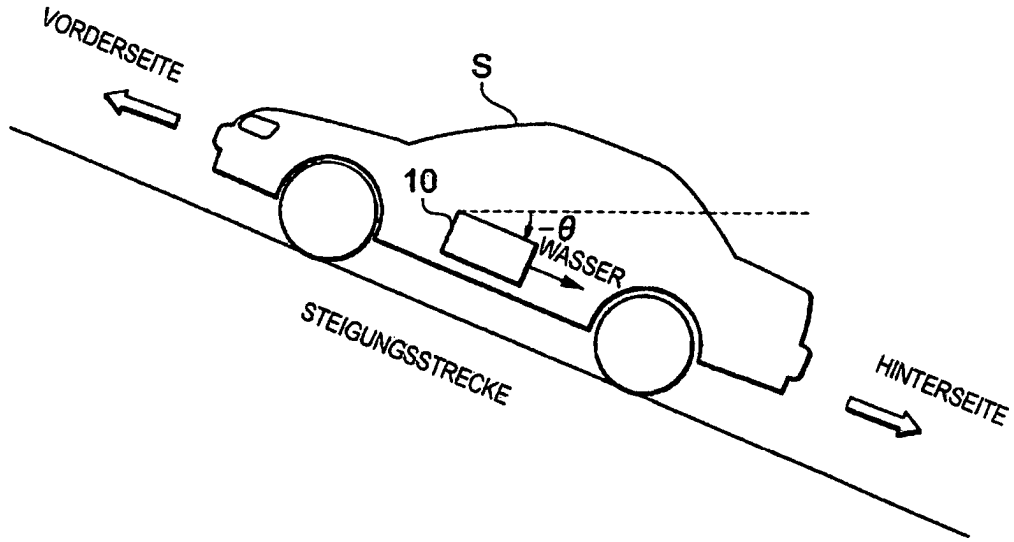

VORDERSEITE
S
10
-θ
WASSER
STEIGUNGSSTRECKE
HINTERSEITE

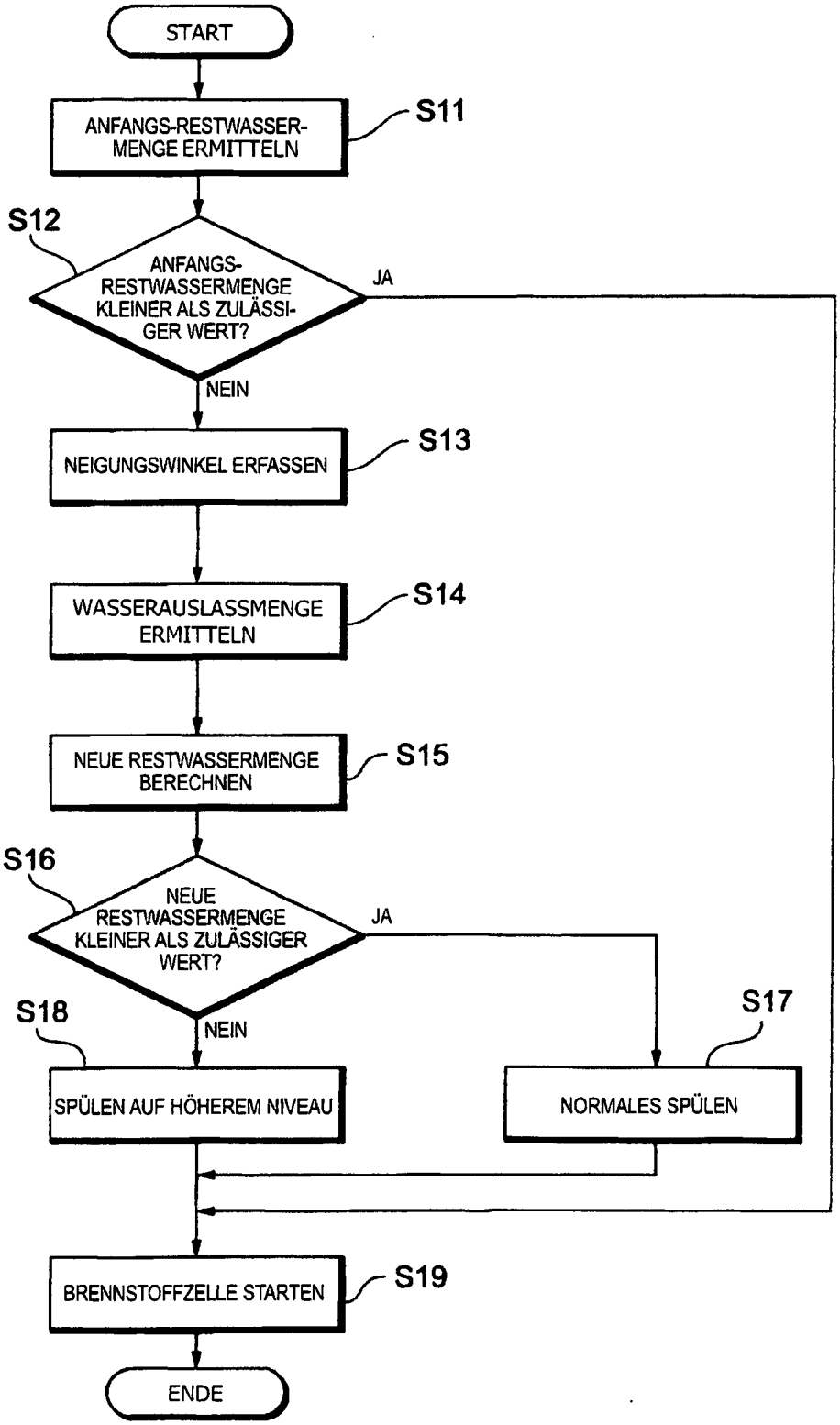
Fig. 5

BRENNSTOFFZELLEN-NEIGUNGSWINKEL (°)	$-\theta_3$	$-\theta_2$	$-\theta_1$	0	$+\theta_1$	$+\theta_2$	$+\theta_3$
WASSERAUSLASS-MENGE (g)	Q_{11}	Q_{12}	Q_{13}	Q_{14}	Q_{15}	Q_{16}	Q_{17}

$$|\theta_1| < |\theta_2| < |\theta_3|$$

$$Q_{17} < Q_{16} \text{ ---- } < Q_{11}$$

Fig. 6



 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.