



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 003 112.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2006/322865**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/066486**  
(86) PCT-Anmeldetag: **16.11.2006**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.06.2007**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **09.10.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.09.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F04C 18/18** (2006.01)  
**F04C 28/06** (2006.01)  
**H01M 8/04** (2006.01)

Innerhalb von drei 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:  
**2005-353150 07.12.2005 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Toyota-shi,  
Aichi-ken, JP**

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

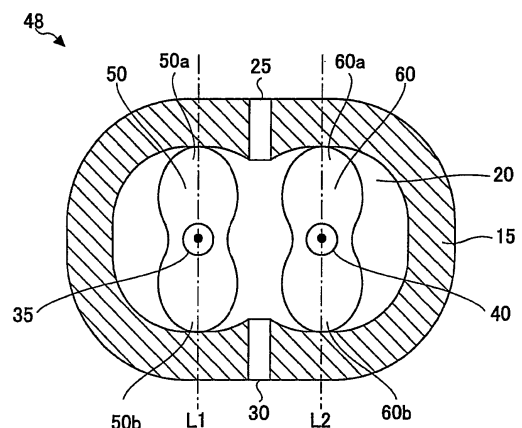
(72) Erfinder:  
**Fujita, Nobuo, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>US</b>	<b>2005/01 10 446</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>53 48 448</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>05-2 63 769</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2005-1 80 421</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2005-1 55 409</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>62-2 00 188</b>	<b>U</b>

(54) Bezeichnung: **Pumpe vom Roots-Typ und Brennstoffzellensystem**

(57) Hauptanspruch: Pumpe (10) vom Roots-Typ, bei der zwei Rotoren (50, 60) in einer Pumpenkammer (20) synchron drehbar sind, um ein Fluid in derselben zu verdichten, wobei die jeweiligen Stoppositionen der Rotoren (50, 60) in der Pumpenkammer (20) zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe (10) unabhängig vom jeweils anderen Rotor (50, 60) bestimmt werden, wobei der erste und der zweite Rotor (50, 60) in einer Zwei-Blatt-Ausbildung angeordnet sind und der erste und der zweite Rotor (50, 60) in anderen Positionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten (50a, 50b, 60a, 60b) der Blatteile jedes Rotors (50, 60) geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Diese Erfindung betrifft eine Pumpe vom Roots-Typ und ein Brennstoffzellensystem, das eine Pumpe vom Roots-Typ verwendet.

## HINTERGRUNDTECHNIK

**[0002]** Ein Brennstoffzellensystem ist ein System, bei dem ein Brennstoffgas und ein Oxidationsmittelgas über entsprechende Gaseinspeisungskanäle einer Brennstoffzelle zugeführt werden und durch Verwenden einer elektrochemischen Reaktion dieser Gase in einem Brennstoffzellenkörper Elektrizität erzeugt wird.

**[0003]** Durch die elektrochemische Reaktion wird in dem Brennstoffzellenkörper Wasser erzeugt, und dieses Wasser wird in einem Zustand, in dem das Wasser in einem Brennstoffabgas (einem Brennstoffgas, das aus dem Brennstoffzellenkörper entladen wird) und einem Oxidationsmittelabgas (einem Oxidationsmittelgas, das aus dem Brennstoffzellenkörper entladen wird) enthalten ist, aus dem Brennstoffzellenkörper entladen.

**[0004]** Daher kann, wenn in einem Stoppzustand des Brennstoffzellensystems die Umgebungstemperatur des Systems auf den Gefrierpunkt oder darunter fällt, die Feuchtigkeit in den Gasen, die in den Ventilen, den Rohrleitungen etc., die in den Gaskanälen des Systems angeordnet sind, verbleiben, kondensieren, und die Bauteile des Systems können gefrieren. In einem solchen Fall besteht eine Möglichkeit, dass, selbst wenn danach ein Betrieb durchgeführt wird, um das Brennstoffzellensystem zu starten, ein Starten des Brennstoffzellensystems unmöglich ist. Oder es besteht eine Möglichkeit, dass es, selbst wenn das Brennstoffzellensystem gestartet werden kann, schwierig ist, den normalen Betrieb des Brennstoffzellensystems durchzuführen. Insbesondere würde das Gefrieren einer Gaszuführungsvorrichtung, wie einer Pumpe, das Zuführen von Brennstoffgas oder Oxidationsmittelgas unmöglich machen, und es würde eine beträchtliche Zeit benötigt, um das gesamte System in Betrieb zu setzen.

**[0005]** Bei einem Fall, bei dem eine Pumpe vom Roots-Typ (Rootspumpe) als eine Brennstoffeinspeisungspumpe eines Brennstoffzellensystems verwendet ist, tritt, wenn das Gefrieren der Pumpe in einem Zustand entsteht, in dem die Feuchtigkeit zwischen einem Zwischenraum zwischen dem Rotor und der gegenüberliegenden Gehäuseinnenoberfläche enthalten ist, das Problem auf, dass der Rotor an dem Gehäuse haftet und es unmöglich ist, einen Betrieb der Pumpe zu einer Zeit eines Neustartens der Pumpe sofort zu starten.

**[0006]** Um das Problem zu vermeiden, wurde eine Pumpe vom Roots-Typ vorgeschlagen, bei der an dem Boden des Gehäuses ein trichterartiger Ansammlungsteil vorgesehen ist, um die Feuchtigkeit anzusammeln, und das Wasser innerhalb der Pumpe über den Ansammlungsteil entladen wird. Diese Pumpe zielt auf ein Reduzieren der Menge eines Restwassers in der Pumpe und ein Verhindern eines Gefrierens des Kondenswassers in der Pumpe zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe. Siehe die japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 2005-180421 bzw. die zugehörige deutsche Patentanmeldung DE 10 2004 056 744 A1.

**[0007]** Es wurde außerdem eine Pumpe vom Roots-Typ vorgeschlagen, bei der vor einem Neustart der Pumpe in einer Niedrigtemperaturumgebung die Vorwärts-/Rückwärtsdrehung des Rotors wiederholt wird, um das gefrorene Wasser zwischen dem Rotor und der gegenüberliegenden Gehäuseinnenoberfläche zu trennen oder zu entfernen, so dass danach die Pumpe neu gestartet wird. Siehe die japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. 2005-155409 bzw. die zugehörige US Patentanmeldung US2005/0110446 A1.

## OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Bei der vorhandenen Rootspumpe werden im Allgemeinen zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe die zwei Rotoren in der Pumpenkammer gestoppt, wobei die Positionsbeziehung, unmittelbar nachdem dieselben während eines Betriebs der Pumpe synchron gedreht werden, beibehalten wird. Daher besteht, wenn die Pumpe, die in der japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. 2005-180421 offenbart ist, verwendet ist, eine Möglichkeit, dass bei einer bestimmten Stopposition der Rotoren während eines Pumpenstopps ein Gefrieren des Kondenswassers in der Pumpenkammer entsteht und der Rotor an dem Gehäuse haftet. Wenn beispielsweise ein Zwei-Blatt-Rotor in einer im Wesentlichen horizontalen Position zu der Einbauoberfläche der Pumpe gestoppt wird (siehe die Positionsbeziehung zwischen einem zweiten Rotor **60** und einem Pumpengehäuse **15** in [Fig. 2](#)), bleibt die an der oberen Oberfläche des Rotors kondensierte Feuchtigkeit in dem Zwischenraum zwischen dem Rotor und der gegenüberliegenden Gehäuseinnenoberfläche durch eine Oberflächenspannung zurück. Da das Restwasser nicht zu dem Ansammlungsteil an dem Gehäuseboden geleitet wird, wird der Rotor an dem Gehäuse haften, wenn in dieser Position ein Gefrieren der Feuchtigkeit entsteht.

**[0009]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist eine verbesserte Pumpe vom Roots-Typ offenbart, bei der das im Vorhergehenden erwähnte Problem beseitigt ist.

**[0010]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist eine Pumpe vom Roots-Typ offenbart, die das Gefrieren der Pumpe und das Haften der Rotoren an dem Gehäuse verhindert, selbst wenn die Pumpe gestoppt wird und Feuchtigkeit enthaltende Gase in der Pumpenkammer verbleiben.

**[0011]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist ein Brennstoffzellensystem offenbart, das eine Pumpe vom Roots-Typ verwendet, die das Gefrieren der Pumpe und das Haften der Rotoren an dem Gehäuse verhindert, selbst wenn die Pumpe gestoppt wird und Feuchtigkeit enthaltende Gase in der Pumpenkammer verbleiben.

**[0012]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das eines oder mehrere der im Vorhergehenden erwähnten Probleme löst oder reduziert, ist eine Pumpe vom Roots-Typ offenbart, bei der zwei Rotoren in einer Pumpenkammer synchron gedreht werden, um ein Fluid in derselben zu verdichten, wobei die jeweiligen Stoppositionen der Rotoren in der Pumpenkammer zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe unabhängig vom jeweils anderen Rotor bestimmt werden. Die Pumpe vom Roots-Typ kann dabei so angeordnet sein, dass der erste und der zweite Rotor in einer Zwei-Blatt-Ausbildung vorgesehen sind und der erste und der zweite Rotor bei anderen jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten der Blattteile jedes Rotors geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht. Bei der Pumpe eines Rootspumpe dieses Ausführungsbeispiels werden die jeweiligen Stoppositionen der Rotoren unabhängig voneinander bestimmt, und es ist möglich, dass die Rotoren bei Positionen gestoppt werden, bei denen dieselben nicht ohne weiteres an der gegenüberliegenden Gehäuseinnenoberfläche haften. Bei diesem Ausführungsbeispiel fällt zudem die Feuchtigkeit, die aus dem Brennstoffabgas oder dem Oxidationsmittelabgas, das in der Pumpenkammer enthalten ist, bei einer Niedrigtemperaturumgebung kondensiert, durch die Schwerkraft, und das Kondenswasser verbleibt nicht an den Rotoroberflächen, und es ist möglich, das Haften der Rotoren in der Pumpenkammer in einer Niedrigtemperaturumgebung zu verhindern.

**[0013]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das eines oder mehrere der im Vorhergehenden erwähnten Probleme löst oder reduziert, ist eine Pumpe vom Roots-Typ offenbart, bei der ein erster Rotor, der an einer ersten Welle befestigt ist, und ein zweiter Rotor, der an einer zweiten Welle befestigt ist, in einer Pumpenkammer synchron gedreht werden, um ein Fluid in derselben zu verdichten, wobei die Rootspumpe eine Schalteinrichtung aufweist, bei der zu einer Zeit eines Pumpenbetriebs eine Drehung des ersten Rotors durch die erste Welle und eine Drehung des zweiten Rotors durch die zweite Welle in ei-

nen synchronen Zustand gebracht sind, und zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe eine Drehung des ersten Rotors durch die erste Welle und eine Drehung des zweiten Rotors durch die zweite Welle in einen asynchronen Zustand gebracht sind. Die Pumpe vom Roots-Typ kann dabei so angeordnet sein, dass der erste und der zweite Rotor in einer Zwei-Blatt-Ausbildung vorgesehen sind und der erste und der zweite Rotor bei anderen jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten der Blattteile jedes Rotors geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht. Dieses Ausführungsbeispiel macht es möglich, die Stoppositionen der Rotoren zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe sicher zu steuern. Bei diesem Ausführungsbeispiel fällt zudem die Feuchtigkeit, die aus dem Brennstoffabgas oder dem Oxidationsmittelabgas, das in der Pumpenkammer enthalten ist, bei einer Niedrigtemperaturumgebung kondensiert, durch die Schwerkraft, und das Kondenswasser verbleibt nicht an den Rotoroberflächen, und es ist möglich, das Haften der Rotoren in der Pumpenkammer in einer Niedrigtemperaturumgebung zu verhindern.

**[0014]** Die im Vorhergehenden erwähnte Pumpe vom Roots-Typ kann so angeordnet sein, dass sich in dem asynchronen Zustand der erste Rotor, der an der ersten Welle befestigt ist, und der zweite Rotor, der an der zweiten Welle befestigt ist, bei Drehungspositionen befinden, die voneinander unabhängig sind.

**[0015]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das eines oder mehrere der im Vorhergehenden erwähnten Probleme löst oder reduziert, ist eine Rootspumpe offenbart, bei der ein erster Rotor, der an einer ersten Welle befestigt ist, und ein zweiter Rotor, der an einer zweiten Welle befestigt ist, in einer Pumpenkammer synchron gedreht werden, um ein Fluid in derselben zu verdichten, wobei die Pumpe vom Roots-Typ ein erstes Zahnrad, das an einem Ende der ersten Welle, die den ersten Rotor dreht, angebracht ist, und ein zweites Zahnrad, das an einem Ende der zweiten Welle, die den zweiten Rotor dreht, angebracht ist, aufweist, wobei zu einer Zeit eines Startens der Pumpe das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad miteinander in Eingriff gebracht sind und eine Drehung der ersten Welle durch eine äußere Antriebsquelle es der zweiten Welle ermöglicht, über das erste und das zweite Zahnrad, die in Eingriff gebracht sind, so gedreht zu werden, dass der erste und der zweite Rotor synchron gedreht werden, und wobei zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad außer Eingriff gebracht werden und der erste Rotor und der zweite Rotor jeweils bei vorbestimmten Stoppositionen gestoppt werden. Die Pumpe vom Roots-Typ kann dabei so angeordnet sein, dass der erste und der zweite Rotor in einer Zwei-Blatt-Ausbildung vorgesehen

sind und der erste und der zweite Rotor bei anderen jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten der Blattteile jedes Rotors geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht. Bei diesem Ausführungsbeispiel fällt zudem die Feuchtigkeit, die aus dem Brennstoffabgas oder dem Oxidationsmittelabgas, das in der Pumpenkammer enthalten ist, bei einer Niedrigtemperaturumgebung kondensiert, durch die Schwerkraft, und das Kondenswasser verbleibt nicht an den Rotoroberflächen, und es ist möglich, das Haften der Rotoren in der Pumpenkammer in einer Niedrigtemperaturumgebung zu verhindern.

**[0016]** Die im Vorhergehenden erwähnte Pumpe vom Roots-Typ kann so angeordnet sein, dass ein Ineingriffbringen und ein Außereingriffbringen des ersten Zahnrads und des zweiten Zahnrads durch Verwenden einer elektromagnetischen Kupplung durchgeführt werden und der erste und der zweite Rotor durch Verwenden von Permanentmagneten, die außerhalb der Pumpenkammer angeordnet sind, bei den vorbestimmten Stoppositionen gestoppt werden.

**[0017]** Die im Vorhergehenden erwähnte Rootspumpe kann so angeordnet sein, dass der erste und der zweite Rotor bei den jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch eine Vorderkante eines von zwei Blattteilen jedes Rotors und eine Vorderkante des anderen der zwei Blattteile geht, parallel zu der vertikalen Richtung ist.

**[0018]** Die im Vorhergehenden erwähnte Pumpe vom Roots-Typ kann so angeordnet sein, dass eine Entladeöffnung zum Entladen eines verdichteten Fluids bei einem Bodenabschnitt der Pumpenkammer angeordnet ist, wobei der erste und der zweite Rotor bei den jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden, bei denen eine gerade Linie, die durch eine Vorderkante eines von zwei Blattteilen des ersten Rotors und eine Vorderkante des anderen der zwei Blattteile geht, und eine gerade Linie, die durch eine Vorderkante eines von zwei Blattteilen des zweiten Rotors und eine Vorderkante des anderen der zwei Blattteile des zweiten Rotors geht, jeweils in einem Neigungswinkel zu der vertikalen Richtung stehen, und wobei die Neigungswinkel derart bestimmt sind, dass Positionen an äußeren Umfängen von unteren Blattteilen des ersten und des zweiten Rotors, bei denen ein horizontaler Abstand von einer vertikalen Linie, die durch eine Drehungsmitte jedes Rotors geht, zu einer Mitte der Pumpenkammer das Maximum ist, als Punkte R bzw. S bestimmt werden, und eine gerade Linie, die sich von dem Punkt R erstreckt, und eine gerade Linie, die sich von dem Punkt S erstreckt, die beide parallel zu der vertikalen Richtung sind, durch die Entladeöffnung gehen. Bei diesem Ausführungs-

beispiel fällt die Feuchtigkeit, die aus den Abgasen, die in der Pumpenkammer enthalten sind, bei einer Niedrigtemperaturumgebung kondensiert, durch die Schwerkraft, und das resultierende Wasser wird aus der Entladeöffnung entladen, und es ist möglich, das Gefrieren der Rotoren innerhalb der Pumpenkammer sicherer zu verhindern.

**[0019]** Die im Vorhergehenden erwähnte Pumpe vom Roots-Typ kann so angeordnet sein, dass der erste und der zweite Rotor zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe nicht miteinander in Berührung sind.

**[0020]** Die im Vorhergehenden erwähnte Rootspumpe ist auf ein Brennstoffzellensystem anwendbar. Bei diesem Brennstoffzellensystem ist es möglich, einen Betrieb des Systems sofort zu starten, selbst wenn das System in einer Niedrigtemperaturumgebung platziert ist.

**[0021]** Gemäß den Ausführungsbeispielen der Pumpe vom Roots-Typ der Erfindung ist es möglich, das Haften der Rotoren an der Gehäuseinnenoberfläche in der Pumpenkammer zu verhindern, selbst wenn die Pumpe in einer Niedrigtemperaturumgebung platziert ist. Gemäß den Ausführungsbeispielen des Brennstoffzellensystems, das die Rootspumpe der Erfindung verwendet, ist es möglich, einen Betrieb des Systems sofort zu starten, selbst wenn das System in einer Niedrigtemperaturumgebung platziert ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0022]** [Fig. 1](#) ist ein Längsschnitt, der den Aufbau einer Pumpe bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

**[0023]** [Fig. 2](#) ist ein Querschnitt, der den Zustand einer Pumpenkammer der Pumpe während eines Betriebs der Pumpe zeigt.

**[0024]** [Fig. 3](#) ist ein Querschnitt, der Stoppositionen von Rotoren in der Pumpenkammer zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe zeigt.

**[0025]** [Fig. 4](#) ist ein Querschnitt, der andere Stoppositionen der Rotoren in der Pumpenkammer zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe zeigt.

**[0026]** [Fig. 5](#) ist ein Systemschaltplan, der den Aufbau eines Brennstoffzellensystems zeigt, bei dem die Pumpe gemäß der Erfindung als eine Wasserstoffpumpe verwendet ist.

#### Bezugszeichenliste

1	Brennstoffzellenkörper
2	Brennstoffgaskanal

3	Oxidationsmittelgaskanal
10	Pumpe
15	Pumpengehäuse
20	Pumpenkammer
25	Saugöffnung
30	Entladeöffnung
35	Erste Welle
40	Zweite Welle
45	Motorabschnitt
48	Pumpenabschnitt
50	Erster Rotor
50a, 50b	Blattteile des ersten Rotors
60	Zweiter Rotor
60a, 60b	Blattteile des zweiten Rotors
70	Erstes Gleichlaufzahnrad
72	Zweites Gleichlaufzahnrad
74	Elektromagnetische Kupplung
80	Schalteinrichtung
129	Elektromotor
137	Wellendichtung
200	Hochdruck-Wasserstofftank
201	Brennstoffgas-Einspeisungskanal
203	Zirkulationskanal
207	Erster Zweigkanal
209	Zweiter Zweigkanal
210	Wasserstoffpumpe
220	Gas-/Flüssigkeitsseparator für Brennstoffabgas
230, 234, 240, 244, 246	Solenoid-Ventile
232	Druckreduzierungssteuerventil
242	Rückschlagventil
250	Verdünnungsvorrichtung
301	Oxidationsmittelgas-Einspeisungskanal
303	Oxidationsmittelabgas-Entladekanal
305	Verdichter
309, 344, 510	Solenoid-Ventile
325	Befeuchter

#### BESTE WEISE ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0027] Es wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen eine Beschreibung der Ausführungsbeispiele der Erfindung geliefert.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt den Aufbau einer Pumpe **10** vom Roots-Typ bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Pumpe **10** vom Roots-Typ weist einen Motorabschnitt **45** und einen Pumpenabschnitt **48** auf.

[0029] Der Motorabschnitt **45** weist ein allgemein zylindrisches Motorgehäuse **111** auf, dessen eines Ende geschlossen ist (an dem linksseitigen Ende des Elements **111** in [Fig. 1](#)) und dessen anderes Ende geöffnet ist (an dem rechtsseitigen Ende des Elements **111** in [Fig. 1](#)). Der Motorabschnitt **45** weist eine Trennwand **112** auf, die gesichert ist, um die Öffnung des Motorgehäuses **111** zu blockieren. Und die Innenoberfläche des Motorgehäuses **111** und die Innenoberfläche der Trennwand **112** sind gebildet, um eine Motorkammer **113** zu umgeben.

[0030] Der Pumpenabschnitt **48** weist ein allgemein elliptisches zylindrisches Pumpengehäuse **15** auf, dessen eines Ende geöffnet ist (an dem links seitigen Ende des Elements **15** in [Fig. 1](#)) und dessen anderes Ende geschlossen ist. Der Pumpenabschnitt **48** weist einen Lagerblock **116** auf, der durch Bolzen **115** gesichert ist, um das Öffnen des Pumpengehäuses **15** zu blockieren. Und die Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** und die Innenoberfläche des Lagerblocks **116** sind gebildet, um eine Pumpenkammer **20** zu umgeben.

[0031] In dem Pumpenabschnitt **48** ist ein allgemein elliptisches zylindrisches Gehäuse **118**, das eine kleinere Größe als das Pumpengehäuse **15** hat, durch Kleben an das andere Ende des Pumpengehäuses **15** (an das rechtsseitige Ende des Elements **15** in [Fig. 1](#)) gesichert. Und die Außenoberfläche des Pumpengehäuses **15** an dem anderen Ende und die Innenoberfläche des Zahnradgehäuses **118** sind gebildet, um eine Zahnradkammer **119** zu umgeben.

[0032] Der Motorabschnitt **45** und der Pumpenabschnitt **48** sind durch Verbinden der Außenoberfläche der Trennwand **112** und der Außenoberfläche des Lagerblocks **116** durch Befestigungsmittel (nicht gezeigt), wie Bolzen, einstückig gebildet. Zum Zweck eines luftdichten Abschlusses ist an jedem der Verbindungsbereiche zwischen den Verbindungsoberflächen des Motorgehäuses **111** und der Trennwand **112**, den Verbindungsoberflächen des Pumpengehäuses **15** und des Lagerblocks **116**, den Verbindungsoberflächen des Pumpengehäuses **15** und des Zahnradgehäuses **118** bzw. den Verbindungsoberflächen der Trennwand **112** und des Lagerblocks **116** ein O-Ring **120** angebracht.

[0033] Ein Lager **122** ist bei dem Endabschnitt **121** des Motorgehäuses **111** in der Position, die sich koaxial zu der Mittelachse des Motorgehäuses **111** befindet, angeordnet und ist der Motorkammer **113** zugewandt. Und ein Ende einer Antriebswelle (einer ersten Welle) **35** (an dem linksseitigen Ende des Elements **35** in [Fig. 1](#)) ist durch dieses Lager **122** drehbar getragen.

[0034] Das andere Ende der ersten Welle **35** durchdringt die Trennwand **112**, den Lagerblock **116** und

den Endabschnitt **124** des Pumpengehäuses **15** und ist angeordnet, um die Zahnradkammer **119** zu erreichen. Ein Lager **125** ist an dem Endabschnitt **124** des Pumpengehäuses **15** angeordnet, und ein Lager **126** ist in dem Lagerblock **116** angeordnet. Das andere Ende der ersten Welle **35** ist durch das Lager **125** drehbar getragen, und der Zwischenabschnitt der ersten Welle **35** ist durch das Lager **126** drehbar getragen.

[0035] In der Motorkammer **113** ist an der ersten Welle **35** ein Motorrotor **127** angebracht, an dem Motorgehäuse **111** ist ein Motorstator **128**, der sich außerhalb des Motorrotors **127** befindet, angebracht. Der Motorrotor **127** und der Motorstator **128** bilden einen Elektromotor **129**.

[0036] In der Pumpenkammer **20** des Pumpenabschnitts **48** ist parallel zu der ersten Welle **35** eine zweite Welle **40** angeordnet, und die Enden der zweiten Welle **40** sind durch ein Lager **131**, das bei dem Endabschnitt **124** des Pumpengehäuses **15** angeordnet ist, bzw. ein Lager **132**, das in dem Lagerblock **116** angeordnet ist, drehbar getragen.

[0037] In der Pumpenkammer **20** sind ein Antriebsrotor (ein erster Rotor) **50** und ein Folgerotor (ein zweiter Rotor) **60**, die in einer Zwei-Blatt-Ausbildung vorgesehen sind, an der ersten Welle **35** bzw. der zweiten Welle **40** angebracht.

[0038] Ähnlich zu dem anderen Ende der ersten Welle **35** durchdringt das andere Ende der zweiten Welle **40** den Endabschnitt **124** des Pumpengehäuses **15** und ist angeordnet, um die Zahnradkammer **119** zu erreichen. Eine Schalteinrichtung **80** (die im Folgenden erwähnt wird) ist an dem anderen Ende der zweiten Welle **40** innerhalb der Zahnradkammer **119** angeordnet. An jedem der Gleitbereiche zwischen der ersten Welle **35** und dem Lagerblock **116**, zwischen der zweiten Welle **40** und dem Lagerblock **116**, zwischen der ersten Welle **35** und dem Endabschnitt **124** des Pumpengehäuses **15** bzw. zwischen der zweiten Welle **40** und dem Endabschnitt **124** des Pumpengehäuses **15** ist ein Verschluss bzw. eine Wellendichtung **137** angebracht.

[0039] In der Zahnradkammer **119** sind ein erstes Gleichlaufzahnrad **70**, ein zweites Gleichlaufzahnrad **72** und eine Schalteinrichtung **80** angeordnet. Das erste Gleichlaufzahnrad **70** ist an dem anderen Ende der ersten Welle **35** befestigt. Andererseits ist das zweite Gleichlaufzahnrad **72** in einer Nähe des anderen Endes der zweiten Welle **40** eingebaut. Eine Koppelstange **82** ist mit dem zweiten Gleichlaufzahnrad **72** verbunden, und diese Koppelstange **82** bildet einen Teil der Schalteinrichtung **80**.

[0040] Die Schalteinrichtung **80** ist angeordnet, um eine Gleitbewegung der Koppelstange **82** innerhalb

der Zahnradkammer **119** (in der Linksrichtung von [Fig. 1](#)) unter Verwendung einer elektrischen oder mechanischen Betätigungsvorrichtung, wie eines Motors, zu erlauben. Dadurch erlaubt die Schalteinrichtung **80**, dass der Ineingriffnahmezustand des zweiten Gleichlaufzahnrad **72** mit dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** in entweder den in Eingriff genommenen Zustand oder den nicht in Eingriff genommenen Zustand geändert wird. Während eines Betriebs der Pumpe **10** wird beispielsweise der Ineingriffnahmezustand des zweiten Gleichlaufzahnrad **72** mit dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** in den in Eingriff genommenen Zustand gebracht, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Andererseits bewegt die Schalteinrichtung **80** zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe die Koppelstange **82** in der Zahnradkammer **119** in der Linksrichtung von [Fig. 1](#), wodurch das zweite Gleichlaufzahnrad **72** einstückig mit der Koppelstange **82** in der Linksrichtung von [Fig. 1](#) bewegt wird, so dass der in Eingriff genommene Zustand des zweiten Gleichlaufzahnrad **72** mit dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** aufgehoben wird.

[0041] Als Nächstes wird eine Beschreibung der inneren Struktur der Pumpenkammer **20** in dem Pumpenabschnitt **48** geliefert.

[0042] [Fig. 2](#) zeigt den Zustand einer Pumpenkammer der Roots Pumpe **10** dieses Ausführungsbeispiels während eines Betriebs. Bei der Roots Pumpe **10** dieses Ausführungsbeispiels ist der Querschnitt des Pumpengehäuses **15** in einer allgemein elliptischen Ausbildung angeordnet, und die Pumpenkammer **20** ist in dem Inneren des Pumpengehäuses **15** gebildet.

[0043] Die Saugöffnung **25** zum Ansaugen des Brennstoffabgases und des Oxidationsmittelabgases (dieselben werden die Abgase genannt werden) aus einem Brennstoffzellenkörper in die Pumpenkammer **20** ist im Pumpengehäuse **15** gebildet. Es ist bevorzugt, die Saugöffnung **25** in der oberseitigen Oberfläche des Pumpengehäuses **15** in der vertikalen Richtung anzuordnen.

[0044] Die Entladeöffnung **30** zum Entladen der Abgase, die in der Pumpenkammer verdichtet werden, aus der Pumpenkammer **20** ist im Pumpengehäuse **15** gebildet. Es ist bevorzugt, die Entladeöffnung **30** in der bodenseitigen Oberfläche des Pumpengehäuses **15** in der vertikalen Richtung anzuordnen.

[0045] In der Pumpenkammer **20** sind der erste Rotor **50** und der zweite Rotor **60** wie im Vorhergehenden erwähnt angeordnet. Der erste Rotor **50** ist an der ersten Welle **35**, die durch die Mitte O geht, befestigt, und die erste Welle **35** wird durch den im Vorhergehenden erwähnten Elektromotor **129** gedreht. Der zweite Rotor **60** ist an der zweiten Welle **40**, die durch die Mitte P geht, befestigt, und die zweite Welle

**40** ist parallel zu der ersten Welle **35** angeordnet und ist außerhalb der Pumpenkammer **20** erstreckt.

**[0046]** Wie im Vorhergehenden erwähnt, sind ein Ende der ersten Welle **35** und ein Ende der zweiten Welle **40** an dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** bzw. dem zweiten Gleichlaufzahnrad **72** befestigt. Während eines Betriebs der Pumpe **10** sind das erste und das zweite Gleichlaufzahnrad **70** und **72** gegenseitig in Eingriff gebracht.

**[0047]** Während die erste Welle **35** durch den Elektromotor **129** gedreht wird, wird der erste Rotor **50** demgemäß gedreht. Gleichzeitig wird die zweite Welle **40** durch das erste und das zweite Gleichlaufzahnrad **70** und **72** in einer Drehrichtung gedreht, die der Drehrichtung der ersten Welle **35** entgegengesetzt ist. Daher werden in der Pumpenkammer **20** der erste Rotor **50** und der zweite Rotor **60** in den gegenseitig entgegengesetzten Drehrichtungen gedreht, wie durch die Pfeile in [Fig. 2](#) angezeigt ist.

**[0048]** Die Rotoren **50** und **60** werden gedreht, wobei eine Differenz von 90 Grad des Drehwinkels zwischen dem Rotor **50** und dem Rotor **60** beibehalten wird. Und die Abgase, die in die Pumpenkammer **20** angezogen werden, werden durch die Drehung der Rotoren **50** und **60** in Verbindung mit der Innenoberfläche der Pumpenkammer **20** verdichtet. Ein sehr kleiner Zwischenraum zwischen der Innenoberfläche der Pumpenkammer **20** und jedem der Rotoren **50** und **60** ist vorgesehen, so dass dieselben, selbst wenn sie sich in dem nächsten Abstand nähern, nicht miteinander in Berührung sind.

**[0049]** Nehmen wir den Fall an, bei dem die im Vorhergehenden beschriebene Pumpe gemäß der Erfindung als eine Zirkulationspumpe eines Brennstoffzellensystems verwendet ist. In diesem Fall, wie in dem Hintergrundtechnik-Abschnitt der Beschreibung dargestellt, enthalten die Abgase, die in der Pumpenkammer **20** eingefangen werden, die Feuchtigkeit, die durch die elektrochemische Reaktion in dem Brennstoffzellenkörper erzeugt wird, und eine bestimmte Menge eines Restwassers wird zusammen mit den Abgasen in die Pumpenkammer **20** eingebracht.

**[0050]** Wenn die Pumpe **10** in dem Zustand gestoppt wird, dass die Abgase in der Pumpenkammer **20** zurückbleiben, kondensiert daher die Feuchtigkeit in den Abgasen in der Pumpenkammer **20**, und es besteht eine Möglichkeit, dass in einer Niedrigtemperaturumgebung ein Gefrieren entsteht.

**[0051]** Wenn beispielsweise die Pumpe mit den in [Fig. 2](#) gezeigten Stoppositionen der Rotoren gestoppt wird, ist es wahrscheinlich, dass das Kondenswasser in dem Abschnitt, der durch das Zeichen A in [Fig. 2](#) angezeigt ist, durch eine Oberflächenspan-

nung an der Oberfläche des zweiten Rotors **60** zurückbleibt. Wenn das Kondenswasser in dieser Position gefriert, haftet daher der zweite Rotor **60** über den Zwischenraum an der Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15**. Ein solches Gefrieren würde die Drehung des zweiten Rotors **60** unmöglich machen, und es würde das Neustarten der Pumpe unmöglich machen, bis das Problem des Gefrierens gelöst ist. Es würde daher eine beträchtliche Zeit benötigt werden, um das Neustarten der Pumpe zu erlauben.

**[0052]** Ein Ausführungsbeispiel der Pumpe **10** der Erfindung ist angeordnet, um das vorhergehende Problem folgendermaßen zu beseitigen. Zu einer Zeit eines Stoppen der Pumpe **10** werden die Rotoren **50** und **60** bei vorbestimmten Positionen in der Pumpenkammer **20**, die durch das Gefrieren des Kondenswassers kaum beeinflusst sind, gestoppt, ohne auf die Positionsbeziehung derselben beschränkt zu sein.

**[0053]** Beispielsweise, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, werden die Rotoren **50** und **60**, wenn die Pumpe **10** gestoppt wird, in einem Zustand gestoppt, dass die gerade Linie, die durch die Vorderkanten von zwei Blattteilen **50a** und **50b** des Rotors **50** geht, und die gerade Linie, die durch die Vorderkanten von zwei Blattteilen **60a** und **60b** des Rotors **60** geht, im Wesentlichen im rechten Winkel zu der Einbauoberfläche der Pumpe stehen. Da die Rotoren **50** und **60** in einer solchen Positionsbeziehung in der Pumpenkammer **20** gestoppt werden und es keinen Ansammlungsteil gibt, in dem das Wasser an den Rotoroberflächen angesammelt wird, fällt selbst dann, wenn die Feuchtigkeit, die in den Abgasen enthalten ist, unter einer niedrigen Temperatur kondensiert, das meiste des Kondenswassers durch die Schwerkraft von den Rotoroberflächen. In diesem Fall wird das fallende Wasser zu einem bestimmten Grad an dem Boden der Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** verteilt (das heißt, der Oberflächenbereich der Gehäuseinnenoberfläche, der durch das Wasser nass wird, wird erhöht, um größer zu sein als derselbe der Gehäuseinnenoberfläche bei der Position, die durch das Zeichen A in [Fig. 2](#) angezeigt ist). Daher entsteht das im Vorhergehenden erwähnte Gefrieren, das den Zwischenraum zwischen den Rotoren **50** und **60** und der gegenüberliegenden Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** blockiert, nicht ohne weiteres, und es ist möglich, das Problem zu vermeiden, dass die Rotoren **50** und **60** an der Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** haften.

**[0054]** Wenn jedoch die Positionsbeziehung der Rotoren **50** und **60** und der Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** wie im Vorhergehenden erwähnt bestimmt wird, kann es einen Fall geben, bei dem die Menge der Feuchtigkeit, die zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe kondensiert ist, die maximale zulässige Menge (die durch das Produkt des Oberflächen-

bereichs, der durch das fallende Wasser an der Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** nass wird, und der Dimension des Zwischenraums bestimmt wird, nämlich durch das Volumen bestimmt wird) überschreitet. In einem solchen Fall besteht eine Möglichkeit, dass das Gefrieren bewirkt, dass die untersten Enden der Rotorblätter an der gegenüberliegenden Innenoberfläche des Pumpengehäuses **15** haften.

**[0055]** Ein anderes Ausführungsbeispiel der Pumpe **10** der Erfindung ist angeordnet, um das vorhergehende Problem folgendermaßen zu beseitigen. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, werden die Rotoren **50** und **60**, wenn die Pumpe **10** gestoppt wird, bei vorbestimmten Positionen in der Pumpenkammer **20**, bei denen die Längsrichtungen der Rotoren (die jeweiligen Richtungen der geraden Linien, die durch die Vorderkanten der zwei Blattteile der Rotoren gehen) nicht parallel zu der vertikalen Richtung sind, bzw. bei vorbestimmten Neigungswinkeln  $\alpha$  und  $\beta$  zu der vertikalen Richtung, gestoppt.

**[0056]** Der Neigungswinkel  $\alpha$  wird geeignet derart bestimmt, dass eine Position an dem äußeren Umfang des unteren Blattteils **50b** des ersten Rotors, bei der der horizontale Abstand von der vertikalen Linie L1, die durch die Drehungsmitte des ersten Rotors (oder den Punkt, durch den die erste Welle geht) geht, zu der Mitte der Pumpenkammer das Maximum ist, als ein Punkt R bestimmt wird, und die gerade Linie, die sich von dem Punkt R parallel zu der vertikalen Richtung erstreckt, durch die Entladeöffnung **30** geht.

**[0057]** Ähnlich wird der Neigungswinkel  $\beta$  geeignet derart bestimmt, dass eine Position an dem äußeren Umfang des unteren Blattteils **60b** des zweiten Rotors, bei der der horizontale Abstand von der vertikalen Linie L2, die durch die Drehungsmitte des zweiten Rotors (oder den Punkt, durch den die zweite Welle geht) geht, zu der Mitte der Pumpenkammer das Maximum ist, als ein Punkt S bestimmt wird, und die gerade Linie, die sich von dem Punkt S parallel zu der vertikalen Richtung erstreckt, durch die Entladeöffnung **30** geht.

**[0058]** Bei der Pumpe **10** dieses Ausführungsbeispiels werden die Rotoren bei den im Vorhergehenden erwähnten Positionen gestoppt, wenn die Pumpe **10** gestoppt wird. Demgemäß fällt, selbst wenn das Restwasser in einer Niedrigtemperaturumgebung an den Rotoroberflächen kondensiert, das Kondenswasser durch die Schwerkraft von den Rotoroberflächen und wird aus der Entladeöffnung **30** entladen. Es ist daher möglich, die Möglichkeit, dass an den Innenoberflächen der Rotoren und dem gegenüberliegenden Gehäuse das Gefrieren entsteht, weiter zu reduzieren.

**[0059]** Um zu erlauben, dass die Rotoren **50** und **60** in der in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Positionsbeziehung gestoppt werden, ist es notwendig, eine Schalteinrichtung **80** vorzusehen, die das zweite Gleichlaufzahnrad **72**, das an der zweiten Welle **40** befestigt ist, von dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** trennt, wenn die Pumpe **10** gestoppt wird, und erlaubt, dass einer der Rotoren **50** und **60** gestoppt wird, ohne durch die Position des anderen der Rotoren **50** und **60** beschränkt zu werden.

**[0060]** Die Schalteinrichtung **80** kann beispielsweise ohne weiteres durch eine Kombination der bekannten elektromagnetischen Kupplung und von Permanentmagneten gebildet sein. Beispielsweise wird zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe die elektromagnetische Kupplung **74** (siehe [Fig. 2](#)) gesteuert, um zu veranlassen, dass das zweite Gleichlaufzahnrad **72** gleitet und von dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** getrennt wird. Zu der gleichen Zeit werden durch Verwenden der Permanentmagneten (nicht gezeigt), die bei geeigneten Positionen außerhalb der Pumpenkammer angeordnet sind, die Blattteile jedes Rotors bei den vorbestimmten Positionen gestoppt (beispielsweise werden dieselben in die vertikale Position gebracht).

**[0061]** Zu einer Zeit eines Neustartbetriebs der Pumpe **10** wird die Schalteinrichtung **80**, die die elektromagnetische Kupplung **74** aufweist, erneut gesteuert, um zu veranlassen, dass das zweite Gleichlaufzahnrad **72** in der Richtung, die der im Vorhergehenden erwähnten Richtung entgegengesetzt ist, gleitet, so dass das zweite Gleichlaufzahnrad **72** mit dem ersten Gleichlaufzahnrad **70** in Eingriff gebracht wird, und die Positionsbeziehung des ersten Rotors **50** und des zweiten Rotors **60** wird zu dem in [Fig. 2](#) gezeigten Zustand zurückgeführt. Die Rotoren **50** und **60** sind nämlich platziert, um bei dem Drehwinkel eine Phasendifferenz von 90 Grad zwischen dem Rotor **50** und dem Rotor **60** zu haben.

**[0062]** Als Nächstes wird die erste Welle **35** durch den Antriebsmotor **45** gedreht, und der erste Rotor **50** wird gedreht. Zu der gleichen Zeit wird die Drehbewegung über die Gleichlaufzahnräder **70** und **72** zu der zweiten Welle **40** übertragen, und der zweite Rotor **60** wird durch die Drehung der zweiten Welle **40** gedreht, wobei die Phasendifferenz von 90 Grad zu dem ersten Rotor **50** beibehalten wird.

**[0063]** Demgemäß ist die Pumpe gemäß der Erfindung so angeordnet, dass die Rotoren in der Position gestoppt werden, in der der Zwischenraum zwischen jedem Rotor und der gegenüberliegenden Gehäuseinnenoberfläche durch das Kondenswasser kaum beeinflusst ist. Somit findet, selbst wenn das Kondenswasser gefriert, das Haften der Rotoren nicht ohne weiteres statt, und es ist selbst bei einer Niedrigtemperaturumgebung möglich, die Pumpe sofort

zu starten.

**[0064]** Die Pumpe gemäß der Erfindung kann als entweder eine Brennstoffgaspumpe oder eine Oxidationsmittelgaspumpe eines Brennstoffzellensystems verwendet sein. Es wird nun eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels eines Brennstoffzellensystems geliefert, das die Pumpe gemäß der Erfindung verwendet. Im Folgenden ist ein Beispiel eines Brennstoffzellensystems angegeben, bei dem die Pumpe gemäß der Erfindung in einem Zirkulationskanal des Brennstoffabgases vorgesehen ist. Die Pumpe gemäß der Erfindung ist jedoch auch auf einen Zirkulationskanal des Oxidationsmittelabgases anwendbar.

**[0065]** [Fig. 5](#) zeigt den Aufbau eines Brennstoffzellensystems, bei dem die Pumpe gemäß der Erfindung als eine Wasserstoffpumpe vorgesehen ist. Dieses System hat einen Brennstoffzellenkörper **1**, und eine elektrische Energie, die in dem Brennstoffzellenkörper **1** erzeugt wird, kann als eine Quelle eines Betriebs beispielsweise eines Fahrzeugs mit Eigenantrieb verwendet sein.

**[0066]** Das Brennstoffzellensystem weist einen Brennstoffgaskanal **2** zum Zirkulierenlassen eines Brennstoffgases innerhalb des Brennstoffzellensystems und einen Oxidationsmittelgaskanal **3** zum Zirkulierenlassen eines Oxidationsmittelgases innerhalb des Brennstoffzellensystems auf. Im Folgenden wird ein Beispiel eines Brennstoffzellensystems beschrieben, das ein Wasserstoffgas als das Brennstoffgas, das der Brennstoffzelle zugeführt wird, verwendet. Die Pumpe gemäß der Erfindung ist jedoch auch auf ein Brennstoffzellensystem anwendbar, das nicht Wasserstoffgas als ein Brennstoffgas verwendet.

**[0067]** Der Brennstoffgaskanal **2** weist einen Brennstoffgas-Einspeisungskanal **201** zum Zuführen eines Brennstoffgases von einer Quelle eines Wasserstoffbrennstoffs, wie einem Hochdruck-Wasserstofftank **200**, zu dem Brennstoffzellenkörper **1** und einen Brennstoffabgas-Entladekanal **203** zum Entladen eines Brennstoffabgases aus dem Brennstoffzellenkörper **1** auf.

**[0068]** Der Brennstoffabgas-Entladekanal **203** ist im Wesentlichen ein Zirkulationskanal, und dieser Kanal verbindet den Brennstoffzellenkörper **1** über einen Gas-/Flüssigkeitsseparator **220** und eine Wasserstoffpumpe **210** (die die Pumpe gemäß der Erfindung ist) mit dem Brennstoffgas-Einspeisungskanal **201**. Der Brennstoffabgas-Entladekanal **203** kann auch Zirkulationskanal **203** genannt sein. Ein erster Zweigkanal **207** und ein zweiter Zweigkanal **209** sind mit dem Zirkulationskanal **203** verbunden.

**[0069]** Ein normalerweise geschlossenes Solenoid-Ventil **230** ist bei einer Entladeöffnung des Hoch-

druck-Wasserstofftanks **200** angeordnet, und ein Druckreduzierungssteuerventil **232** und ein normalerweise geschlossenes Solenoid-Ventil **234** sind in dem Brennstoffgas-Einspeisungskanal **201** des Brennstoffgaskanals **2** bei einer Position beabstandet von dem Brennstoffzellenkörper **1** bzw. bei einer Position nahe dem Brennstoffzellenkörper **1** angeordnet.

**[0070]** Andererseits sind in dem Zirkulationskanal **203** ein normalerweise geschlossenes Druckreduzierungssteuerventil **240**, ein Gas-/Flüssigkeitsseparator **220**, eine Wasserstoffpumpe **210** und ein Rückschlagventil **242** in dieser Reihenfolge jeweils bei Positionen entlang dem Zirkulationskanal **203** angeordnet, die beabstandet von dem Brennstoffzellenkörper **1** angeordnet sind.

**[0071]** Der erste Zweigkanal **207** ist über ein normalerweise geschlossenes Solenoid-Ventil **244** mit dem Gas-/Flüssigkeitsseparator **220** verbunden. Der zweite Zweigkanal **209** ist bei einem Zwischenpunkt zwischen der Entladeöffnung der Wasserstoffpumpe **210** und dem Verbindungspunkt A des Zirkulationskanals **203** und des Brennstoffgas-Einspeisungskanals **201** mit dem Zirkulationskanal **203** verbunden.

**[0072]** In dem zweiten Zweigkanal **209** sind ein normalerweise geschlossenes Solenoid-Ventil (Spülventil) **246** und eine Verdünnungsvorrichtung **250** angeordnet, und das andere Ende des zweiten Zweigkanals **209** bei der Entladeöffnung der Verdünnungsvorrichtung **250** ist mit einem Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** verbunden, der im Folgenden erwähnt wird. Das andere Ende des ersten Zweigkanals **207** ist ebenfalls mit dem Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** verbunden.

**[0073]** Andererseits enthält der Oxidationsmittelgaskanal **3** einen Oxidationsmittelgas-Einspeisungskanal **301** zum Zuführen eines Oxidationsmittelgases zu dem Brennstoffzellenkörper **1** und einen Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** zum Entladen eines Oxidationsmittelabgases aus dem Brennstoffzellenkörper **1**.

**[0074]** In dem Oxidationsmittelgas-Einspeisungskanal **301** sind ein Verdichter **305** und ein Befeuchter **325** angeordnet. Der Befeuchter **325** ist in dem Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** angeordnet, und zwischen dem Befeuchter **325** und dem Brennstoffzellenkörper **1** ist ein Solenoid-Ventil (ein Luftabzugsventil) **309** angeordnet.

**[0075]** Der Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** weist einen Oxidationsmittelabgas-Zweigkanal **312** auf, der bei einer stromabwärtsseitigen Position von dem Verbindungspunkt des Oxidationsmittelabgas-Entladekanals **303** und des Zweigkanals **207** angeordnet ist, und dieser Oxidationsmittelab-

gas-Zweigkanal **312** ist mit der Verdünnungsvorrichtung **250** verbunden. Alternativ können die Verdünnungsvorrichtung **250** und der Oxidationsmittelabgas-Zweigkanal **312** aus dem Brennstoffzellensystem weggelassen sein.

**[0076]** Als Nächstes wird eine Beschreibung eines normalen Flusses eines Oxidationsmittelgases geliefert. Bei einem normalen Betrieb des Brennstoffzellensystems wird der Verdichter **305** angetrieben, so dass die atmosphärische Luft als ein Oxidationsmittelgas eingefangen wird, durch den Oxidationsmittelgas-Einspeisungskanal **301** geht und über den Befeuchter **325** dem Brennstoffzellenkörper **1** zugeführt wird.

**[0077]** Das zugeführte Oxidationsmittelgas wird durch die elektrochemische Reaktion in dem Brennstoffzellenkörper **1** verbraucht und dann als ein Oxidationsmittelabgas aus dem Brennstoffzellenkörper **1** entladen. Das entladene Oxidationsmittelabgas geht durch den Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** und wird zu dem Äußeren des Brennstoffzellensystems entladen.

**[0078]** Als Nächstes wird eine Beschreibung eines Flusses eines Wasserstoffgases geliefert. Bei einem normalen Betrieb des Brennstoffzellensystems ist das Solenoid-Ventil **230** geöffnet, so dass ein Wasserstoffgas aus dem Hochdruck-Wasserstofftank **200** eintritt und durch den Brennstoffgas-Einspeisungskanal **201** geht, und der Druck desselben wird dann durch das Druckreduzierungssteuerventil **232** reduziert. Danach wird das Wasserstoffgas über das Solenoid-Ventil **234** dem Brennstoffzellenkörper **1** zugeführt.

**[0079]** Das zugeführte Wasserstoffgas wird durch die elektrochemische Reaktion in dem Brennstoffzellenkörper **1** verbraucht, und dasselbe wird dann als ein Wasserstoffabgas aus dem Brennstoffzellenkörper **1** entladen. Nachdem dasselbe durch den Zirkulationskanal **203** geht und die Feuchtigkeit durch den Gas-/Flüssigkeitsseparator **220** entfernt wird, wird das entladene Wasserstoffabgas über die Wasserstoffpumpe **210** zu dem Brennstoffgas-Einspeisungskanal **201** zurückgeführt und wird dem Brennstoffzellenkörper **1** erneut zugeführt.

**[0080]** Da das Rückschlagventil **242** zwischen der Wasserstoffpumpe **210** und dem Verbindungspunkt A des Brennstoffgas-Einspeisungskanals **201** und des Zirkulationskanals **203** angeordnet ist, fließt das Wasserstoffabgas, das zirkuliert wird, nicht rückwärts.

**[0081]** Normalerweise sind die Solenoid-Ventile **244** und **246** in dem ersten und dem zweiten Zweigkanal **207** und **209** in den geschlossenen Zustand gebracht. Wenn diese Ventile, wenn benötigt, in den ge-

öffneten Zustand gebracht sind, werden das Feuchtigkeit enthaltende Gas, das durch den Gas-/Flüssigkeitsseparator **220** verarbeitet wird, und das Wasserstoffabgas, das keine Zirkulation benötigt, aus jedem Zweigkanal entladen. Diese Flüssigkeiten und/oder Gase werden über den Oxidationsmittelabgas-Entladekanal **303** aus dem Brennstoffzellensystem entladen.

**[0082]** Wenn das im Vorhergehenden beschriebene Brennstoffzellensystem bei einer Niedrigtemperaturumgebung gestoppt wird, hat die Wasserstoffpumpe **210** die im Vorhergehenden beschriebenen Charakteristiken der Erfindung, so dass ein Gefrieren der Rotoren aufgrund des in der Pumpenkammer kondensierten Wassers nicht ohne weiteres entsteht, selbst wenn in der Pumpenkammer das Wasserstoffabgas enthalten ist. Demgemäß ist es möglich, einen Betrieb des Brennstoffzellensystems bei einer nächsten Zeit eines Systemneustarts sofort zu starten.

**[0083]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf den spezifischen Aufbau des Brennstoffzellensystems wie bei dem im Vorhergehenden erwähnten Ausführungsbeispiel begrenzt, das zum Zweck einer Darstellung verwendet wurde. Es sei bemerkt, dass bei dem tatsächlichen Brennstoffzellensystem andere Bauteile, wie Solenoid-Ventile und Rohrleitungen, bei Positionen angeordnet sein können, die bei dem im Vorhergehenden erwähnten Ausführungsbeispiel nicht gezeigt sind, und umgekehrt einige in [Fig. 5](#) gezeigte Bauteile bei dem tatsächlichen Brennstoffzellensystem weggelassen sein können.

## Patentansprüche

1. Pumpe (**10**) vom Roots-Typ, bei der zwei Rotoren (**50**, **60**) in einer Pumpenkammer (**20**) synchron drehbar sind, um ein Fluid in derselben zu verdichten, wobei die jeweiligen Stoppositionen der Rotoren (**50**, **60**) in der Pumpenkammer (**20**) zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe (**10**) unabhängig vom jeweils anderen Rotor (**50**, **60**) bestimmt werden, wobei der erste und der zweite Rotor (**50**, **60**) in einer Zwei-Blatt-Ausbildung angeordnet sind und der erste und der zweite Rotor (**50**, **60**) in anderen Positionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten (**50a**, **50b**, **60a**, **60b**) der Blattteile jedes Rotors (**50**, **60**) geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht.

2. Pumpe (**10**) vom Roots-Typ, bei der ein erster Rotor (**50**), der an einer ersten Welle (**35**) befestigt ist, und ein zweiter Rotor (**60**), der an einer zweiten Welle (**40**) befestigt ist, in einer Pumpenkammer (**20**) synchron drehbar sind, um ein Fluid in derselben zu verdichten, mit:  
einer Schalteinrichtung (**80**), mittels welcher zu einer Zeit eines Pumpenbetriebs eine Drehung des ersten

Rotors (50) durch die erste Welle (35) und eine Drehung des zweiten Rotors (60) durch die zweite Welle (40) in einen synchronen Zustand gebracht sind, und zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe (10) eine Drehung des ersten Rotors (50) durch die erste Welle (35) und eine Drehung des zweiten Rotors (60) durch die zweite Welle (40) in einen asynchronen Zustand gebracht sind,

wobei der erste und der zweite Rotor (50, 60) in einer Zwei-Blatt-Ausbildung angeordnet sind und der erste und der zweite Rotor (50, 60) in anderen Positionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten (50a, 50b, 60a, 60b) der Blattteile jedes Rotors geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht.

3. Pumpe (10) vom Roots-Typ, bei der ein erster Rotor (50), der an einer ersten Welle (35) befestigt ist, und ein zweiter Rotor (60), der an einer zweiten Welle (40) befestigt ist, in einer Pumpenkammer (20) synchron drehbar sind, um ein Fluid in derselben zu verdichten, mit:

einem ersten Zahnrad (70), das an einem Ende der ersten Welle (35), die den ersten Rotor (50) dreht, angebracht ist; und

einem zweiten Zahnrad (72), das an einem Ende der zweiten Welle (40), die den zweiten Rotor (60) dreht, angebracht ist,

wobei zu einer Zeit eines Startens der Pumpe (10) das erste Zahnrad (70) und das zweite Zahnrad (72) miteinander in Eingriff gebracht werden und eine Drehung der ersten Welle (35) durch eine äußere Antriebsquelle an der zweiten Welle (40) ermöglicht, über das erste und das zweite Zahnrad (70, 72), die in Eingriff gebracht sind, so gedreht zu werden, dass der erste und der zweite Rotor (50, 60) synchron gedreht werden, und

wobei der erste und der zweite Rotor (50, 60) in einer Zwei-Blatt-Ausbildung angeordnet sind und zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe (10) das erste Zahnrad (70) und das zweite Zahnrad (72) außer Eingriff gebracht werden und der erste und der zweite Rotor (50, 60) in anderen Positionen gestoppt werden als denjenigen, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten (50a, 50b, 60a, 60b) der Blattteile jedes Rotors (50, 60) geht, im rechten Winkel zu einer vertikalen Richtung steht.

4. Pumpe (10) vom Roots-Typ nach Anspruch 3, bei der ein Ineingriffbringen und ein Außereingriffbringen des ersten Zahnrads (70) und des zweiten Zahnrads (72) durch Verwenden einer elektromagnetischen Kupplung (74) durchgeführt werden und der erste und der zweite Rotor (50, 60) durch Verwenden von Permanentmagneten, die außerhalb der Pumpenkammer (20) angeordnet sind, in den vorbestimmten Stoppositionen gestoppt werden.

5. Pumpe (10) vom Roots-Typ nach einem der

Ansprüche 1 bis 4, in der der erste und der zweite Rotor (50, 60) in den jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden, bei denen eine Richtung einer geraden Linie, die durch die Vorderkanten (50a, 50b, 60a, 60b) der Blattteile jedes Rotors (50, 60) geht, parallel zu der vertikalen Richtung ist.

6. Pumpe (10) vom Roots-Typ nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der eine Entladeöffnung (30) zum Entladen eines verdichteten Fluids bei einem Bodenabschnitt der Pumpenkammer (20) angeordnet ist, bei der der erste und der zweite Rotor (50, 60) in den jeweiligen Stoppositionen gestoppt werden, bei denen eine gerade Linie, die durch die Vorderkanten (50a, 50b) der Blattteile des ersten Rotors (50) geht, und eine gerade Linie, die durch die Vorderkanten der Blattteile (60a, 60b) des zweiten Rotors (60) geht, jeweils in einem Neigungswinkel zu der vertikalen Richtung stehen, wobei die Neigungswinkel derart bestimmt sind, dass Positionen an äußeren Umfängen von unteren Blattteilen des ersten und des zweiten Rotors (50, 60), bei denen ein horizontaler Abstand von einer vertikalen Linie, die durch eine Drehungsmitte jedes Rotors geht (50, 60), zu einer Mitte der Pumpenkammer (20) ein Maximum ist, als Punkte R bzw. S bestimmt werden, und eine gerade Linie, die sich von dem Punkt R erstreckt, und eine gerade Linie, die sich von dem Punkt S erstreckt, die beide parallel zu der vertikalen Richtung sind, durch die Entladeöffnung (30) gehen.

7. Pumpe (10) vom Roots-Typ nach Anspruch 6, bei der der erste und der zweite Rotor (50, 60) zu einer Zeit eines Stoppens der Pumpe (10) nicht miteinander in Berührung sind.

8. Brennstoffzellensystem, bei dem die Pumpe (10) vom Roots-Typ nach einem der Ansprüche 1 bis 7 vorgesehen ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG.1

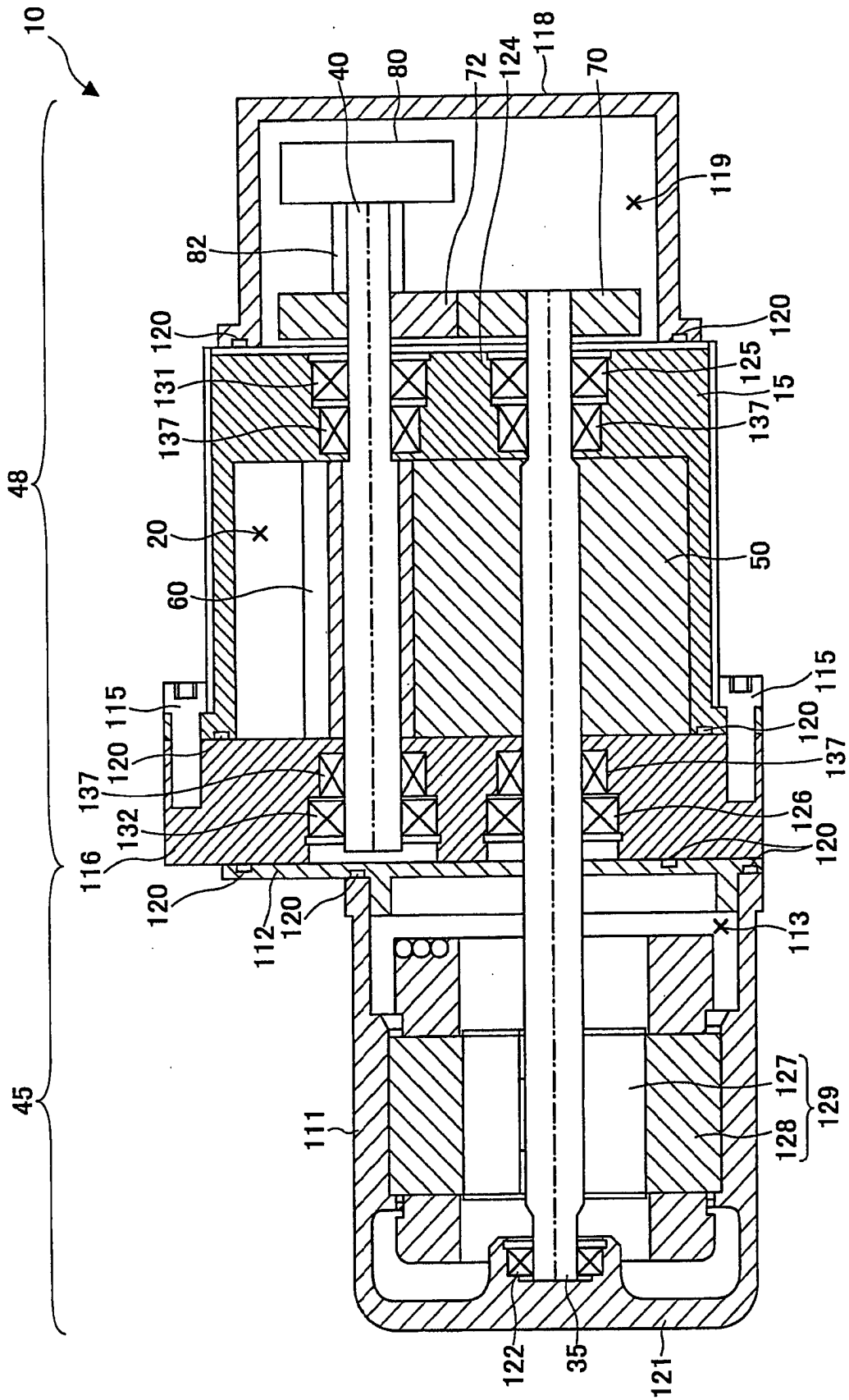


FIG. 2

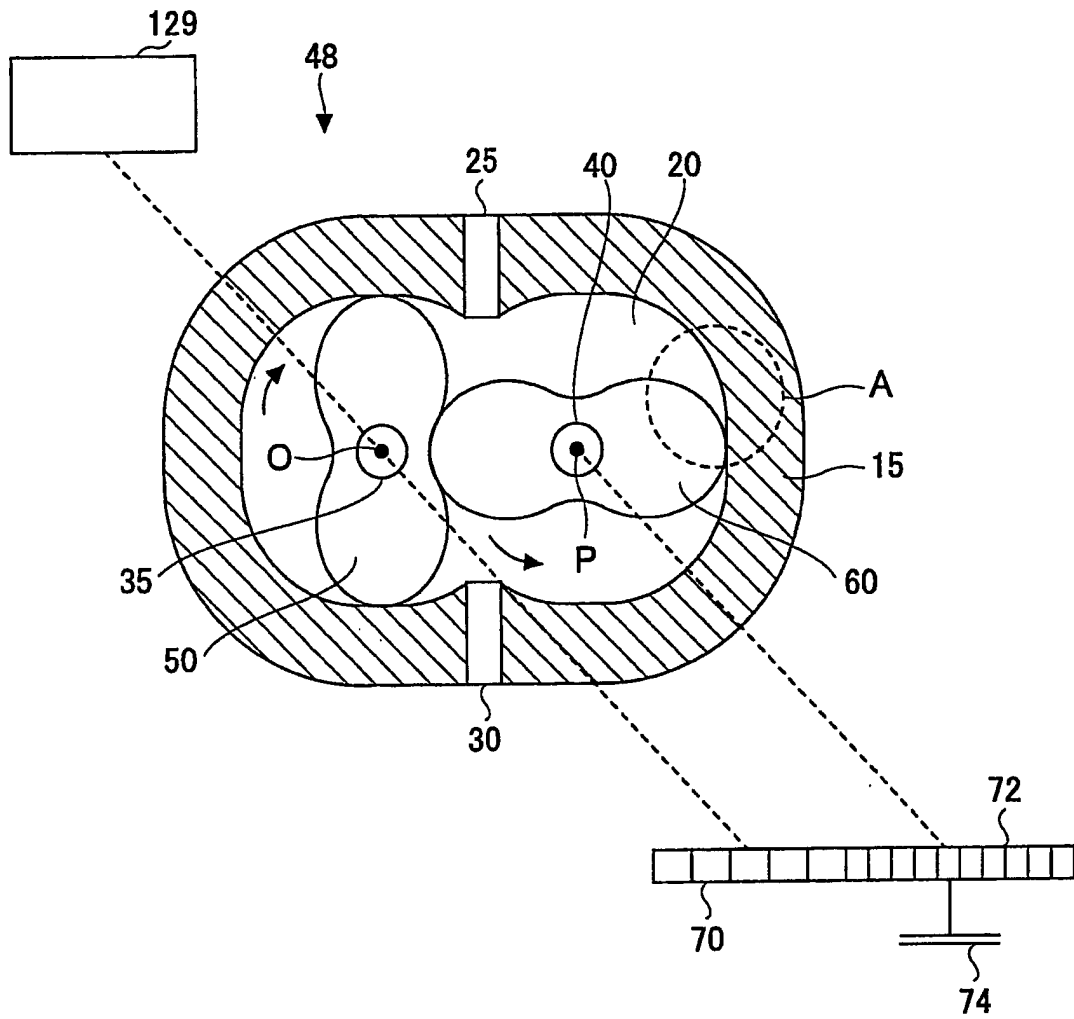


FIG. 3

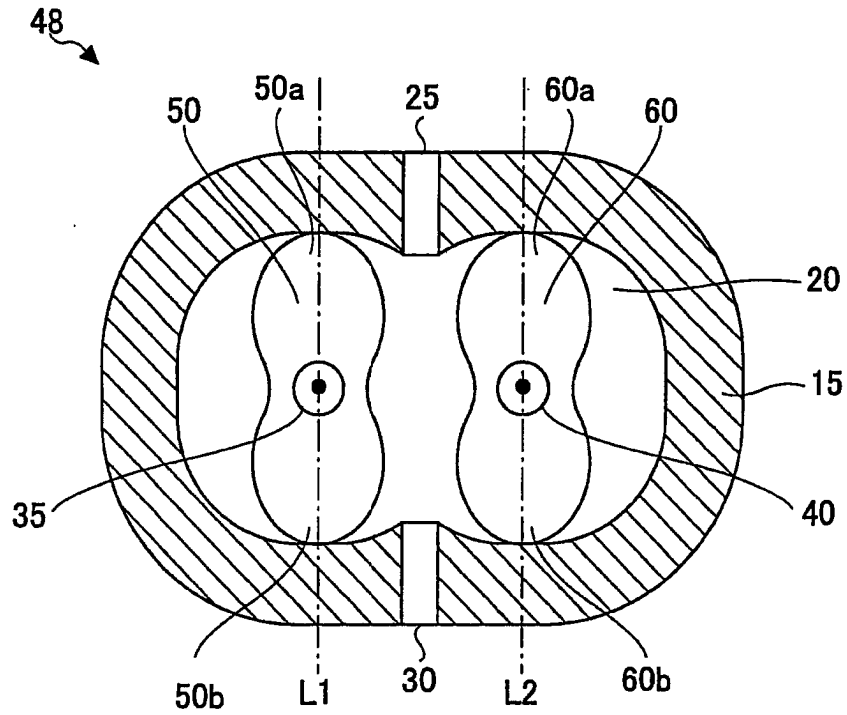


FIG. 4

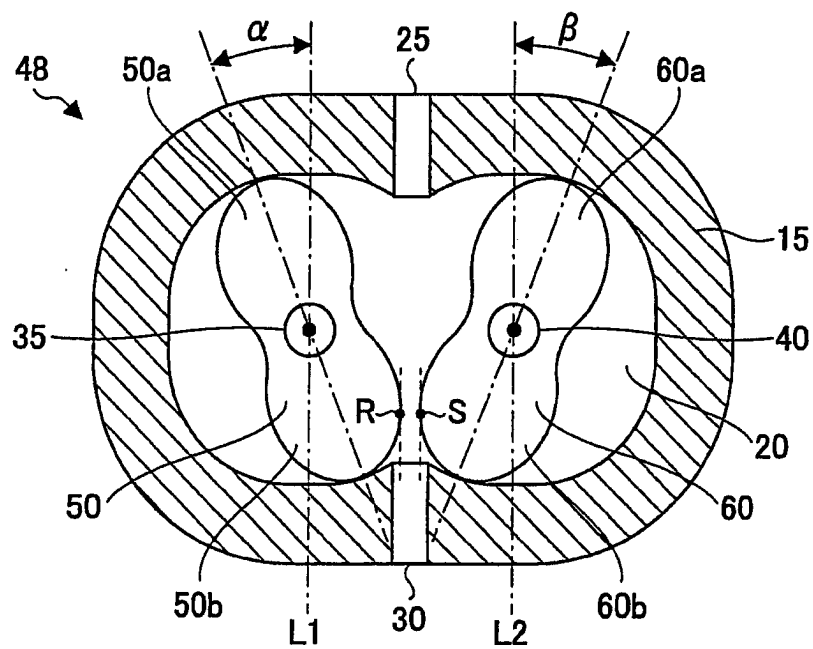


FIG.5

