



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 037 851 B4 2009.04.09**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 037 851.7**
 (22) Anmeldetag: **04.08.2004**
 (43) Offenlegungstag: **04.05.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **09.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F17C 7/00 (2006.01)**
B60K 15/10 (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:
2003-288529 07.08.2003 JP

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

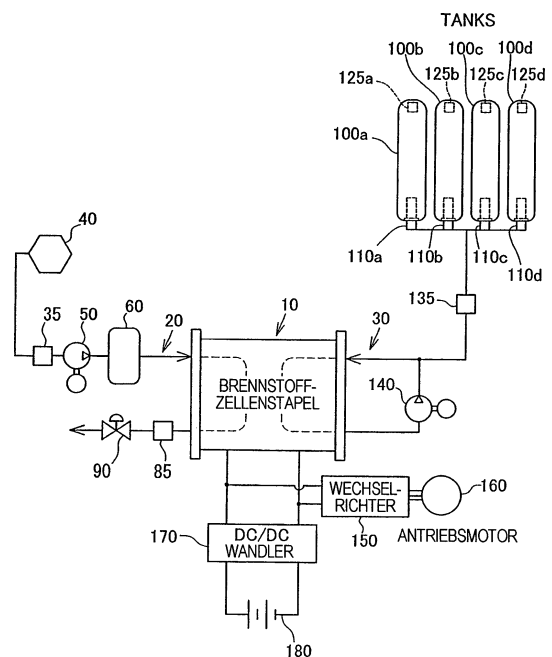
(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:
Kimbara, Masahiko, Toyota, Aichi, JP; Ogami, Nobuyuki, Toyota, Aichi, JP; Yamashita, Akira, Toyota, Aichi, JP; Kobayashi, Nobuo, Toyota, Aichi, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 199 40 834 A1
DE 37 33 442 A1
DE 14 98 361 A
GB 11 05 724 A
US 54 54 408 A
US 37 62 428 A
WO 01/38 780 A1
JP 2002-3 70 550 A

(54) Bezeichnung: **Behältersystem mit mehreren Behältern und Steuerverfahren hierfür**

(57) Hauptanspruch: Behältersystem mit:
 mehreren Behältern (100a, 100b, 100c, 100d) enthaltend ein Fluid;
 einer Leitung (30), die einen vereinigten Strom des Fluids bildet, das von den mehreren Behältern (100a, 100b, 100c, 100d) abgegeben wird, und den vereinigten Strom zu einer nachgeschalteten Vorrichtung (10; 540) zuführt, die den mehreren Behältern (100a, 100b, 100c, 100d) nachgeschaltet angeordnet ist;
 primären Druckmessmodulen (125a, 125b, 125c, 125d) für jeden Behälter, die Innendrucke der mehreren Behälter (100a, 100b, 100c, 100d) als primäre Drücke einzeln messen;
 Durchflussratenreguliermodule (110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d), die Abgabedurchflussraten des Fluids, das von den mehreren Behältern (100a, 100b, 100c, 100d) abzugeben ist, einzeln regulieren; und
 einem Drucksteuermodul (200), das die Abgabedurchflussraten des Fluids, die in Summe eine Zufuhrdurchflussrate des vereinigten Stroms bilden, mit den Durchflussratenreguliermodulen (110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d) einzeln anhand der jeweiligen primären Drücke der jeweiligen Behälter so einstellt, um...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Behältersystem mit mehreren Behältern enthaltend ein Fluid und ein Durchflussratensteuerverfahren eines Behältersystems, das mehrere Behälter enthaltend ein Fluid hat.

Beschreibung des Stands der Technik:

[0002] Herkömmlich gibt es ein Behältersystem mit mehreren Behältern zum Speichern von Gasen unter Hochdruck. In einem Brennstoffzellensystem, das Strom durch elektrochemische Reaktionen von Wasserstoff und Sauerstoff generiert und ausgibt, sind beispielsweise mehrere Hochdruckbehälter in Serie zum Speichern einer großen Menge an Wasserstoffgas verbunden. In dem Brennstoffzellensystem verlangt der inhärente Aufbau von Brennstoffzellen eine Reduktion von Wasserstoffgas, das in dem Kreislauf mit niedrigem Druck fließt. In einem Aufbau des Stands der Technik ist ein Druckreduzierventil in der Nähe der Öffnung jedes Hochdruckbehälters gesetzt, um den Druck des Wasserstoffgases signifikant zu verringern, und das Wasserstoffgas mit dem verringerten Druck wird zu einer nachgeschalteten Vorrichtung, die den Hochdruckbehälter nachgeschaltet ist, zugeführt (siehe z. B. die JP 2002-370 550 A).

[0003] Das Brennstoffzellensystem dieser Anordnung erfordert eine Hochdruckverrohrung zwischen dem Hochdruckbehälter und den Druckreduzierventilen. Die kürzestmögliche Hochdruckverrohrung ist aus Sicherheitsgründen erwünscht. In einem vorgeschlagenen Aufbau ist ein Druckreduzierventil direkt an der Öffnung jedes Hochdruckbehälter gesetzt, um den Druck des Wasserstoffgases, das von der Öffnung des Behälters abgegeben wird, zu verringern.

[0004] In diesem System des Stands der Technik mit mehreren Hochdruckbehältern mit Druckreduzierventilen ist es jedoch schwierig, die Abgatedurchflussraten des Wasserstoffgases von den entsprechenden Hochdruckbehältern einzeln zu regeln. Dies wird einer kleinen Abweichung von Einstellungen des sekundären Drucks zwischen den Druckreduzierventilen, die an den entsprechenden Hochdruckbehältern angeordnet sind, zugeschrieben. Das Wasserstoffgas wird bevorzugt von einem Hochdruckbehälter abgegeben, der eine höhere Einstellung des Druckreduzierventils von den mehreren Hochdruckbehältern hat. Die bevorzugte Abgabe von Gas von nur einem bestimmten Behälter, der die höchste Einstellung des Druckreduzierventils hat, verursacht ungleichmäßige Abgaberraten (Verbräuche) und führt zu einer abrupten Temperaturänderung, die für die Festigkeit des Behälteraufbaus nachteilig ist.

[0005] Ferner geht es bei der Druckschrift DE 199

40 834 A1 um ein Gasversorgungs- und Gasrückgewinnungssystem für einen diskontinuierlichen Verbraucher, der das Gas nach einem Prozess wieder in das System zurückgibt. Hierbei wird ein Verbraucher, über eine Behälterkaskade, deren Behälter vorgegebene unterschiedliche Drücke, z. B. 50bar, 100bar, 200bar und 300bar, aufweisen, entleert. Zunächst wird der Behälter mit dem niedrigsten Druck zur Gasversorgung verwendet, dann wird der nächste Behälter geöffnet usw., bis in dem Verbraucher der gewünschte Druck herrscht. Es erfolgt also eine kaskadenartige Versorgung, bei der jeder Behälter für einen bestimmten Druckbereich zuständig ist und es lediglich auf den Enddruck bei einem diskontinuierlichen Verbraucher ankommt.

[0006] Darüber hinaus zeigt die Druckschrift DE 37 33 442 A1 eine Vorrichtung zum Entleeren von zwei Gasbehältern. Jeder der Gasbehälter ist jeweils über eine Leitung und einen Druckregler mit einer gemeinsamen Leitung verbunden. Die Druckregler sind so eingestellt, dass vorrangig einer der zwei Gasbehälter zuerst entleert wird. Die Einstellungen der Druckregler werden auf der Grundlage des Drucks in der gemeinsamen Leitung nachgeregelt, wobei eine bestimmte Druckdifferenz zwischen den Ausgangsdrücken der zwei Druckregler aufrechterhalten wird.

[0007] Die Druckschrift DE 14 98 361 A bezieht sich auf die Bereitstellung eines Gasgemisches über einen Pufferbehälter der abwechselnd, d. h. diskontinuierlich, mit einem Gas aus einer Druckflasche bzw. einem anderen Gas aus einer anderen Druckflasche über ein Rohr mit einem bestimmten Druckverlust versorgt wird.

[0008] Die Druckschrift GB 11 05 724 A zeigt eine Gasversorgungseinrichtung mit einem automatischen Gasbatteriewechsel. Wenn eine Gasbatterie entleert ist, d. h. der Druck unter einen bestimmten Wert gefallen ist, wird automatisch auf die andere Batterie umgeschaltet. Hier wird der Druck jeder Batterie an der Sammelleitung der Batterie gemessen. Der Druck der einzelnen Flasche der Batterie wird jedoch nicht gemessen. Durch unterschiedliche Stellungen von Ventilen, die in den Abgabeleitungen der einzelnen Flaschen angeordnet sind, bestehen dann unterschiedliche Druckverluste in den Abgabeleitungen der einzelnen Flaschen und damit wird gemäß dieser Vorrichtung eine Flasche vorrangig entleert.

[0009] Die Druckschrift US 37 62 428 A zeigt ein System zum kontinuierlichen Vermischen von unterschiedlichen Gasen in einem vorgegebenen Verhältnis durch Vergleichen der Durchflüsse der Gasbestandteile und des kombinierten Gasstromes. Ein Druck der Gase wird nach Druckreglern gemessen.

[0010] Weiterhin zeigt die Druckschrift US 54 54 408 A eine Erdgasversorgung für Fahrzeuge. Dabei

sind zwei Behälter zur Befüllung eines Fahrzeugtanks gekoppelt. Bei der Befüllung des Fahrzeugtanks wird der Druck in den Behältern durch ein spezielles System konstant gehalten. Der Fahrzeugbehälter wird zunächst über einen Behälter befüllt und, wenn dieser leer ist, was durch einen Füllstandssensor erfasst wird, wird der Fahrzeugbehälter über den anderen Behälter befüllt.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Behältersystem und ein Durchflussratensteuerverfahren eines Behältersystems zu schaffen, die eine möglichst gleichmäßige Entleerung aller Behälter mit einfachen Mitteln ermöglichen können.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Behältersystem gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Ferner wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 13 aufweist.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen aufgeführt.

[0014] Die vorliegende Erfindung ist auf ein Behältersystem gerichtet, das: mehrere Behälter; eine Leitung, die einen vereinigten Strom eines Fluids bildet, das von den mehreren Behältern abgegeben wird, und den vereinigten Strom zu einer nachgeschalteten Vorrichtung zuführt, die den mehreren Behältern nachgeschaltet angeordnet ist; primäre Druckmessmodule, die Innendrucke der mehreren Behälter als primäre Drücke einzeln messen; ein sekundäres Druckmessmodul, das einen Druck des vereinigten Stromes des Fluids als einen sekundären Druck misst; Durchflussratenreguliermodule, die Abgagedurchflussraten des Fluids, das von den mehreren Behältern abzugeben ist, einzeln regeln; und ein Drucksteuermodul hat, das eine Einstellung einer Durchflussrate des Fluids, das von jedem der mehreren Behälter abzugeben ist, entsprechend dem gemessenen primären Druck bezüglich des Behälters und dem gemessenen sekundären Druck einstellt, und die Durchflussratenreguliermodule einsetzt, um die Einstellungen der Zuordnungen der Zufühdurchflussraten zu erhalten und hierdurch den sekundären Druck zu steuern.

[0015] Es liegt ein Steuerverfahren korrespondierend zu dem Behältersystem der vorstehend diskutierten Erfindung vor. Die vorliegende Erfindung ist somit auch auf ein Durchflussratensteuerverfahren eines Behältersystems gerichtet, das mehrere Behälter hat. Hier bildet das Behältersystem einen vereinigten Strom eines Fluids, das von den mehreren Behältern abgegeben wird, und führt den vereinigten Strom zu einer stromabwärtigen Vorrichtung, die den mehreren Behältern nachgeschaltet angeordnet ist.

[0016] Das Durchflussratensteuerverfahren misst individuell Innendrucke der mehreren Behälter als

primäre Drücke, misst einen Druck des vereinigten Stromes des Fluids als einen sekundären Druck, schätzt eine Zufühdurchflussrate, die zu der nachgeschalteten Vorrichtung zuzuführen ist, aus dem gemessenen sekundären Druck ab, schätzt eine Zuordnung der Durchflussrate des Fluids, das von jedem der mehreren Behälter abzugeben ist, korrespondierend zu dem gemessenen primären Druck bezüglich des Behälter ab und regelt Abgagedurchflussraten des Fluids, das von mehreren Behältern abzugeben ist, einzeln, um die Einstellungen der Zuordnungen der Zufühdurchflussraten zu erhalten und hierdurch den sekundären Druck zu steuern.

[0017] Das Behältersystem und das korrespondierende Steuerverfahren der Erfindung schätzen die Zufühdurchflussrate als die Summe der Abgagedurchflussraten von den entsprechenden Behältern basierend auf dem gemessenen sekundären Druck und setzt die Zuordnung der Zufühdurchflussraten des Fluids, das von jedem der mehreren Behälter abzugeben ist, korrespondierend zu dem gemessenen primären Druck bezüglich des Behälters. Das Behältersystem und das Steuerverfahren geben dann das Fluid von den entsprechenden Behältern bei den Einstellungen der Zuweisungen der Zufühdurchflussrate ab und steuern hierdurch den sekundären Druck des vereinigten Stromes des Fluids, das zu der nachgeschalteten Vorrichtung zugeführt wird. Diese Anordnung regelt die Abgagedurchflussraten von mehreren Behältern individuell und stellt hierdurch eine genaue Steuerung der Restmengen des Fluids in den entsprechenden Behältern sicher. Das Fluid kann beispielsweise bevorzugt von dem Behälter abgegeben werden, der die höhere Restmenge hat (d. h. der Behälter, der den höheren primären Druck hat). Dies gleicht die Restmengen an Fluid in den entsprechenden Behältern aus. Das Fluid kann bevorzugt von irgendeinem bestimmten Behälter abgegeben werden.

[0018] In einer bevorzugten Anwendung des Behältersystems der Erfindung nimmt das Drucksteuermodul mindestens einen Behälter mit niedrigerem primären Druck aus und wählt verbleibende Behälter als Behälter mit höherem primären Druck basierend auf den gemessenen primären Drücken bezüglich der mehreren Behälter aus. Das Drucksteuermodul gibt eine Anweisung zum Abgeben des Fluids bei voreingestellten Durchflussraten zu den Durchflussratenreguliermodulen korrespondierend zu den Behältern mit höherem primären Druck. Die Auswahl der Behälter mit höherem primären Druck und die Anweisung werden bei voreingestellten Zeiten wiederholt, um nacheinander aktive Behälter für die Abgabe des Fluids zu ändern.

[0019] Es liegt das Steuerverfahren entsprechend dem Behältersystem dieser Anwendung vor. Das Steuerverfahren dieser Anwendung hat mindestens einen Behälter mit niedrigerem primären Druck und

wählt verbleibende Behälter als Behälter mit höherem primären Druck basierend auf den gemessenen primären Drücken bezüglich der mehreren Behälter aus. Das Steuerverfahren führt dann eine Abgabe des Fluids bei voreingestellten Durchflussraten von den Behältern mit höherem primären Druck aus. Die Auswahl der Behälter mit höherem primären Druck und die Ausführung der Abgabe werden bei voreingestellten Zeiten wiederholt, um nacheinander aktive Behälter für die Abgabe des Fluids zu wechseln.

[0020] Das Behältersystem und das entsprechende Steuerverfahren dieser Anwendung wählt die Behälter mit höherem primären Druck basierend auf den gemessenen primären Drücken bezüglich der mehreren Behälter aus und führt eine Abgabe des Fluids bei voreingestellten Durchflussraten aus. Die Abgabe des Fluids senkt den primären Druck in jedem der ausgewählten Behälter. Der primäre Druck in den ausgewählten Behältern wird schließlich niedriger als der primäre Druck in dem nicht ausgewählten Behälter. Die Behälter mit höheren primären Drücken werden bei voreingestellten Zeiten wiederausgewählt. Die Wiederauswahl wechselt die aktiven Behälter für die Abgabe des Fluids nacheinander und stellt gleichmäßige Verbräuche des Fluids von den entsprechenden Behältern sicher.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Anwendung des Behältersystems der Erfindung stellt das Drucksteuermodul folgerichtig eine höhere Zuordnung der Zufühdurchflussrate eines Behälter eines höheren primären Drucks von den verschiedenen Behältern in Übereinstimmung mit den gemessenen primären Drücken bezüglich der mehreren Behälter ein und instruiert die Durchflussratenreguliermodule, das Fluid von den entsprechenden Behältern bei den Einstellungen der Zuordnungen der Zufühdurchflussrate zuzuführen.

[0022] Es liegt ein Steuerverfahren korrespondierend zu dem Behältersystem dieser Anwendung vor. Das Steuerverfahren dieser Anwendung setzt nacheinander eine höhere Zuordnung der Zufühdurchflussrate für einen Behälter mit höherem primären Druck von den mehreren Behältern in Übereinstimmung mit den gemessenen primären Drücken bezüglich der mehreren Behälter und führt eine Abgabe von dem Fluid von den entsprechenden Behältern bei Einstellungen der Zuordnungen der Zufühdurchflussrate aus.

[0023] Das Behältersystem und das korrespondierende Steuerverfahren dieser Anwendung setzt die Zuordnungen der Zufühdurchflussrate entsprechend den beobachteten primären Drücken der mehreren Behälter auf die Abgabedurchflussraten von den entsprechenden Behältern. Und zwar wird die größere Durchflussmenge von dem Behälter mit dem höheren primären Druck abgegeben, während die ge-

ringste Durchflussmenge von dem Behälter mit dem niedrigeren primären Druck abgegeben wird. Der Behälter mit dem höheren primären Druck senkt damit abrupt den primären Druck, während der Behälter mit dem niedrigeren primären Druck den primären Druck langsam senkt. Diese Anordnung verringert sofort eine Abweichung einer Restmenge (primärer Druck) zwischen den verschiedenen Behältern und erzielt im Wesentlichen gleichmäßige Verbräuche des Fluids von den entsprechenden Behältern.

[0024] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Behältersystems der Erfindung ist jedes der Durchflussratenreguliermodule ein Solenoidventil, das einen Ventilkörper mittels einer elektromagnetischen Kraft öffnet und schließt und eine Auf-/Zu-Frequenz des Ventilkörpers variiert, um die Abgabedurchflussrate zu regulieren. In dem Behältersystem dieses Ausführungsbeispiels werden die Auf-/Zu-Vorgänge des Solenoidventils, das in jedem Behälter angeordnet ist, in einem voreingestellten Zeitraum wiederholt. Dies reguliert die Durchflussrate pro Zeiteinheit. Eine Einstellung der Auf-/Zu-Frequenz des Ventilkörpers variiert die Durchflussrate des Fluids, das pro Zeiteinheit zu dem nachgeschalteten Behälter zugeführt wird, und steuert hierdurch den sekundären Druck.

[0025] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel des Behältersystems der Erfindung ist jedes der Durchflussratenreguliermodule ein Nadelventil, das einen Ventilkörper elektrisch vor und zurück bewegt, um eine Öffnungsquerschnittsfläche einzustellen, und variiert eine Öffnung des Ventilkörpers, um die Abgabedurchflussrate zu regulieren. In dem Behältersystem dieses Ausführungsbeispiels wird der Ventilkörper des Nadelventils, das in jedem Behälter angeordnet ist, vor und zurück bewegt, um die Öffnungsquerschnittsfläche zu variieren und hierdurch die Abgabedurchflussrate zu regulieren. Und zwar reguliert eine Einstellung der Öffnung des Ventilkörpers die Durchflussrate des Fluids, das zu dem nachgeschalteten Behälter zugeführt wird, und steuert hierdurch den sekundären Druck. Das Nadelventil ist frei von dem Problem der Haltbarkeit, was bei dem direkt wirkenden Solenoidventil beobachtet wird, in dem ein Kontakt und eine Trennung des Ventilkörpers mit und von dem Ventilsitz häufig wiederholt wird.

[0026] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel des Behältersystems der Erfindung ist jedes der Durchflussratenreguliermodule ein motorbetriebenes Ventil, das: einen Motor als eine Antriebsquelle eines Ventilkörpers; einen Kugelspindelmechanismus, der eine Spindel, die an einer Ausgangswelle des Motors ausgebildet ist, eine Mutter, die innerhalb des Ventilkörpers ausgebildet ist, und Kugeln hat, die zwischen der Spindel und der Mutter zwischengeordnet sind; eine Führung, die den Ventilkörper in eine

axiale Richtung linear vor und zurück beweglich hält; und eine Feder hat, die den Ventilkörper in die axiale Richtung drückt, um den Ventilkörper in eine geschlossene Position in einem ausgeschalteten Zustand des Motors zu setzen.

[0027] Das Durchflussratenreguliermodul wandelt eine Drehbewegung des Motors in eine lineare Bewegung des Ventilkörpers um und bewegt den Ventilkörper vor und zurück, um einen Abgabedurchflussweg von dem Behälter zu öffnen und zu schließen, um hierdurch die Abgabedurchflussrate zu regulieren.

[0028] In dem Behältersystem dieses Ausführungsbeispiels wandelt die Zusammenwirkung des Kugelspindelmechanismus mit der Führung die Drehbewegung des Motors in die lineare Bewegung des Ventilkörpers um. Die Abgabedurchflussrate von jedem Behälter wird sogleich durch Einstellen des elektrischen Stroms, der zu dem Motor zugeführt wird, reguliert. Die Vor- und Zurückbewegungen des Ventilkörpers werden durch den Kugelspindelmechanismus und die Führung verursacht. Dieser Aufbau verringert den Abrieb und die Reibung wirksam. Wenn die Energiezufuhr zu dem Motor ausgeschaltet ist, wird der Ventilkörper zu seiner geschlossenen Position mittels der Druckkraft der Feder zurückgebracht. Diese Anordnung verhindert wirksam eine Leckage des Fluids aus dem Behälter.

[0029] In einer weiteren bevorzugten Anwendung des Behältersystems der Erfindung misst das Drucksteuermodul eine Zeitänderung des primären Drucks bezüglich jedem der mehreren Behälter und setzt die Zuordnung der Zufuhrdurchflussrate des Fluids, das aus dem Behälter abzugeben ist, basierend auf der gemessenen Zeitänderung des primären Drucks und eines inneren Volumens des Behälters. Das Behältersystem dieser Anwendung schätzt das Durchflussvolumen, das in einem voreingestellten Zeitraum abgegeben wird, aus der beobachtenden Zeitänderung des primären Drucks in jedem Behälter für den voreingestellten Zeitraum und dem inneren Volumen des Behälters. Diese Anordnung erfordert keine Durchflussmesser und vereinfacht somit den Aufbau des Behältersystems wünschenswert.

[0030] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung hat das Behältersystem ferner ein Durchflussratenmessmodul, das eine Abgabedurchflussrate des Fluids misst, das aus jedem der mehreren Behälter abgegeben wird. Das Drucksteuermodul setzt die Zuordnung der Zufuhrdurchflussrate des Fluids, das aus dem Behälter abzugeben ist, basierend auf der gemessenen Abgabedurchflussrate. Das Behältersystem dieser Anwendung misst die Abgabedurchflussrate des Fluids aus jedem Behälter und regelt die Auf-/Zu-Vorgänge eines Ventils, das in jedem Behälter angeordnet ist, um die beobachtete

Abgabedurchflussrate einem voreingestellten Sollstand anzunähern. Diese Anordnung stellt eine leichte Regulierung der Abgabedurchflussrate des Fluids von jedem Behälter sicher und steuert den sekundären Druck durch Berücksichtigen der primären Drücke (der Restmengen des Fluids) der entsprechenden Behälter.

[0031] In dem Behältersystem der Erfindung können die mehreren Behälter Wasserstoffbehälter zum Speichern von Wasserstoffgas, das für ein Bremsstoffzellensystem verwendet wird, das in einem Fahrzeug montiert ist, oder können Erdgasdruckbehälter zum Speichern von verdichtetem Erdgas sein, das für ein Verbrennungsmotorsystem verwendet wird, das in einem Fahrzeug montiert ist.

[0032] Diese und andere Aufgaben, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele mit der begleitenden Zeichnung ersichtlich.

Kurzbeschreibung der Zeichnung:

[0033] [Fig. 1](#) stellt die Anordnung eines Brennstoffzellensystems für ein Fahrzeug mit einem Behältersystem eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, das darin montiert ist, schematisch dar;

[0034] [Fig. 2](#) zeigt Ein- und Ausgangssignale zu und von einer Steuereinheit, die in dem Behältersystem des ersten Ausführungsbeispiels beinhaltet ist;

[0035] [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht, die einen Wasserstoffbehälter schematisch darstellt, der in dem Behältersystem des ersten Ausführungsbeispiels beinhaltet ist;

[0036] [Fig. 4](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Steerroutine des Einstellens von Durchflussraten von entsprechenden Wasserstoffbehältern und des Abgebens von Wasserstoffgas bei Einstellungen von Durchflussraten zeigt;

[0037] [Fig. 5](#) stellt die Anordnung eines weiteren Brennstoffzellensystems für das Fahrzeug mit einem Behältersystem eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, das hieran montiert ist, schematisch dar;

[0038] [Fig. 6](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Steerroutine des Auswählens von aktiven Behältern zur Abgabe und des Aktivierens der ausgewählten Behälter zeigt;

[0039] [Fig. 7](#) ist ein Graph, der Zeitänderungen eines Innendrucks der entsprechenden Wasserstoffbehälter zeigt;

[0040] [Fig. 8](#) zeigt ein Fahrzeug mit dem Behältersystem, das Wasserstoffgas speichert und zu einem Brennstoffzellensystem zuführt; und

[0041] [Fig. 9](#) zeigt ein Fahrzeug mit dem Behältersystem, das Erdgas speichert und zu einen Verbrennungsmotor zuführt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele:

[0042] Ein Brennstoffzellensystem mit einem Behältersystem der Erfindung ist nachstehend als ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel diskutiert. [Fig. 1](#) stellt die Anordnung eines Brennstoffzellensystems für das Fahrzeug mit einem Behältersystem eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, das hieran montiert ist, schematisch dar. Das Brennstoffzellensystem generiert elektrische Energie durch elektrochemische Reaktionen von Wasserstoff mit Sauerstoff und verwendet die generierte elektrische Energie als eine Energiequelle für das Fahrzeug. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, hat das Brennstoffzellensystem hauptsächlich einen Stapel von Brennstoffzellen oder einen Brennstoffzellenstapel **10**, eine Luftleitung **20** und eine (Brennstoff-)Leitung **30**.

[0043] Der Brennstoffzellenstapel **10** wird als eine Schichtung von mehreren Zelleneinheiten hergestellt, die jeweils eine Wasserstoffelektrode (Anode) und eine Sauerstoffelektrode (Kathode) haben. Die Zelleneinheit hat einen Separator, eine Anode, eine Elektrolytmembran, eine Kathode und einen weiteren Separator, die in dieser Reihenfolge aufeinander gelegt sind, und generiert elektrische Energie durch elektrochemische Reaktionen von Wasserstoff, der in einer Zuleitung von Brennstoffgas beinhaltet ist, und Sauerstoff, der in einer Zuleitung der Luft beinhaltet ist, die jeweils in Rillen strömen, die in der oberen Fläche und der hinteren Fläche der Separatoren ausgebildet sind. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Brennstoffzellen Polymerelektrolytbrennstoffzellen, die feste Polymermembranen als Elektrolytmembranen haben, obwohl stattdessen diverse andere Brennstoffzellen wie Phosphatbrennstoffzellen und Alkalibrennstoffzellen verwendet werden können.

[0044] Die Luftleitung **20** als ein Durchflussweg von Sauerstoff, der für die elektrochemischen Reaktionen verwendet wird, hat einen Filter **40**, einen Kompressor **50**, einen Befeuchter **60** und eine Verrohrung, die diese Elemente verbindet. Die Einlassluft, die durch den Filter **40** gelangt, wird durch den Kompressor **50** verdichtet, mit einem Wassergehalt in dem Befeuchter **60** befeuchtet und zu den Kathoden des Brennstoffzellenstapels **10** geführt. Das Abgas nach den Reaktionen in dem Brennstoffzellenstapel **10** wird durch eine Abgasleitung geleitet, die dem Brennstoffzellenstapel **10** nachgeschaltet angeordnet ist, und wird ausgegeben. Ein Druckregulierer **90** ist in der

Abgasleitung angeordnet. Eine Einstellung des Durchlasses des Druckregulierers **90** generiert einen Hinterdruck in dem vorgeschalteten Druckregulator **90** und reguliert hier den Druck der Luft, die zu dem Brennstoffzellenstapel **10** zugeführt wird. Ein Temperatursensor **35**, der in der Luftleitung **20** angeordnet ist, misst eine Temperatur T der Einlassluft, die durch den Filter **40** gelangt, und ein Drucksensor **85** misst einen Druck P, der an dem Brennstoffzellenstapel **10** angelegt ist. Die Messergebnisse T und P des Temperatursensors **35** und des Drucksensors **85** werden zu einer Steuereinheit bzw. Druck-Skiermodul **200** (nachstehend diskutiert) ausgegeben.

[0045] Die Brennstoffleitung **30** als ein Durchflussweg von Wasserstoff oder Brennstoff hat vier (Hochdruckwasserstoff-)Behälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d**, die parallel angeordnet sind, angetriebene Durchflussratenreguliermodule bzw. Nadelventile **110a**, **110b**, **110c** und **110d** als Durchflusssteuerungen, die an den Öffnungen der entsprechenden (Wasserstoff-)Behälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** angeordnet sind, und eine Verrohrung, die diese Elemente miteinander verbindet. Das Wasserstoffgas, das in den Hochdruckwasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** gespeichert ist, wird durch Regelung des Abgabeflusses mit den angetriebenen Nadelventilen **110a**, **110b**, **110c** und **110d** auf einen niedrigen Druck reduziert und wird zu den Anoden des Brennstoffzellenstapels **10** geführt.

[0046] Die Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** haben einen hohen Innendruck zum Speichern eines großen Volumens von Wasserstoff als den Brennstoff. Druckmessmodule bzw. Drucksensoren **125a**, **125b**, **125c** und **125d**, die innerhalb der Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** angeordnet sind, messen entsprechende Innendrucke P1, P2, P3 und P4 der Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d**. Ein sekundären Druckmessmodule bzw. Drucksensor **135**, der den Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** nachgeschaltet angeordnet ist, misst einen Kreislaufdruck Ps des vereinigten Stromes an Wasserstoffgas, das von den entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abgegeben wird. Die Messergebnisse dieser Drucksensoren **125a**, **125b**, **125c**, **125d** und **135** werden zu der Steuereinheit **200** ausgegeben. Das Abgas nach den Reaktionen in dem Brennstoffzellenstapel **10** hat Restwasserstoffgas, das durch die Reaktionen nicht verbraucht worden ist. Das Restwasserstoffgas wird zu der Brennstoffleitung **30** mittels einer Wasserstoffkreislaufpumpe **140** zirkuliert. Der Aufbau des angetriebenen Nadelventils **110a** bis d ist nachstehend diskutiert.

[0047] Die elektrische Energie, die aus den Zuleitungen von Wasserstoff und Sauerstoff durch den Brennstoffzellenstapel **10** generiert wird, wird an einen Wechselrichter **150** ausgegeben und verwendet,

um einen Antriebsmotor **160** des Fahrzeugs zu betreiben. Wenn die Menge an elektrischer Energie, die zum Antreiben des Fahrzeugs erforderlich ist, weniger als die Menge einer Energiegenerierung ist, wird die zusätzliche elektrische Energie über einen DC/DC-Wandler **170** in einem Akkumulator **180** gespeichert. Im Ansprechen auf eine Anforderung von einer großen Menge elektrischer Energie z. B. zum Zeitpunkt einer schnellen Beschleunigung ergänzt der Akkumulator **180** einen Mangel.

[0048] Das Brennstoffzellensystem hat die Steuereinheit **200**, um Stellglieder einschließlich verschiedener Ventile, Motoren und Pumpen zu steuern. **Fig. 2** zeigt Eingangs- und Ausgangssignale zu und von der Steuereinheit **200**. Die Steuereinheit **200** empfängt Eingangssignale von verschiedenen Sensoren, benennt die gegenwärtigen Antriebsbedingungen des Brennstoffzellensystems und gibt Signale aus, um die Stellglieder zu steuern. Die Eingangssignale umfassen eine Beschleunigeröffnung θ von einem Beschleunigerpositionssensor **215** und einer Fahrzeuggeschwindigkeit V von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor (nicht gezeigt) über eine Antriebssteuereinheit **210**, die die Betriebe des Fahrzeugs steuert, den Druck P von dem Drucksensor **85**, die Temperatur T von dem Temperatursensor **35**, die Innendrücke $P1$, $P2$, $P3$ und $P4$ von den Drucksensoren **125a**, **125b**, **125c** und **125d**, die in den Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** angeordnet sind, und den Kreislaufdruck P_s der (Kraftstoff-)Leitung **30** von dem Drucksensor **135**. Die Steuereinheit **200** berechnet Ausgangsanforderungen und Steuerungen des Druckreglers **90**, der angetriebenen Nadelventile **110a** bis **d**, des Kompressors **50** und der Wasserstoffkreislaufpumpe **140**, um das Brennstoffzellensystem zu betreiben. In der nachstehenden Diskussion können, wenn keine spezifische Unterscheidung erforderlich ist, die mehreren Wasserstoffbehälter **100a** bis **100d**, die mehreren angetriebenen Nadelventile **110a** bis **110d** und die mehreren Drucksensoren **125a** bis **125d** im Allgemeinen als der Wasserstoffbehälter **100**, das angetriebene Nadelventil **110** und der Drucksensor **125** ausgedrückt sein.

[0049] Im Ansprechen auf einen Empfang eines Startbefehls des Brennstoffzellensystems öffnet die Steuereinheit **200** das angetriebene Nadelventil **110** an der Öffnung des Wasserstoffbehälters **100** und betätigt den Kompressor **50** der Luftleitung **20**, um das Wasserstoffgas und die Luft zu dem Brennstoffzellenstapel **10** zuzuführen. Eine Erhöhung einer Ausgangsleistung verstärkt einen Verbrauch des Wasserstoffgases in dem Brennstoffzellenstapel **10** und senkt den Druck des Wasserstoffgases. Der Drucksensor **135** in der Kraftstoffleitung **30** erfasst die Verringerung an Druck des Wasserstoffgases. Die Steuereinheit **200** empfängt das Erfassungsergebnis und steuert das angetriebene Nadelventil **110**,

um die Durchflussrate der Zuführung an Wasserstoffgas zu erhöhen. Im Ansprechen auf einen Empfang eines Stoppbefehls des Brennstoffzellensystems stoppt andererseits die Steuereinheit **200** einen Ausgang der Steuersignale des angetriebenen Nadelventils **110** und des Kompressors **50**, um die Zuleitungen des Wasserstoffgases und der Luft abzutrennen. Die Steuereinheit **200** reguliert die Durchflussraten der Zuleitungen des Wasserstoffgases und der Luft, um die Höhe an elektrischer Energie, die zum Antreiben des Fahrzeugs erforderlich ist, zu bewältigen. Die Steuereinheit **200** kann eine erhöhte Anforderung der Ausgabe an elektrischer Energie von der eingegebenen Eingangsgasöffnung θ und der eingegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit V abschätzen und reguliert die Durchflussrate der Luftzuführung und die angetriebenen Nadelventile **110**.

[0050] Im Ansprechen auf einen Befehl von der Steuereinheit **200** geben die angetriebenen Nadelventile **110a**, **110b**, **110c** und **110d**, die in dem Brennstoffzellensystem verwendet werden, die passenden Durchflüsse an Wasserstoffgas von den entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** ab, um den Druck des Durchflusses an Wasserstoffgas, das zu dem Brennstoffzellenstapel **10** zugeführt wird, zu regulieren. **Fig. 3** ist eine Schnittansicht, die schematisch den Wasserstoffbehälter **100** in dem Behältersystem dieses Ausführungsbeispiels darstellt. Wie dargestellt ist, ist das angetriebene Nadelventil **110** in eine Öffnung des Wasserstoffbehälter **100** geschraubt, wogegen ein Schraubenelement **130** in die gegenüberliegende Öffnung des Wasserstoffbehälter **100** geschraubt ist. Das angetriebene Nadelventil **110** bewegt sich vor und zurück, um den Durchfluss an Wasserstoffgas, das von dem Wasserstoffbehälter **100** abgegeben wird, zu regulieren. Der Drucksensor **125** ist in das Schraubenelement **130** gesetzt, um den Gasinnendruck des Wasserstoffbehälters **100** zu messen.

[0051] Das angetriebene Nadelventil **110** ist ein Durchflusssteuerventil, das hauptsächlich ein Gehäuse **300**, eine Nadel **310**, einen Motor **320**, der die Nadel **310** antreibt, einen Kugelspindelmechanismus **340**, der die Drehbewegung des Motors **320** in eine lineare Bewegung der Nadel **310** umwandelt, eine lineare Führung **330**, die die Nadel **310** vor und zurück bewegbar hält, und eine Feder **360** hat, die die Nadel **310** in eine Ventilschließrichtung drückt. Die Vor- und Zurückbewegung der Nadel **310** stellt den Öffnungsquerschnitt des Durchflusses ein und reguliert hierdurch die Durchflussrate des Wasserstoffgases von dem Wasserstoffbehälter **100**.

[0052] Das Gehäuse **300** hat einen Eingangsanschluss **302**, der verwendet wird, um den Wasserstoffbehälter **100** mit Wasserstoffgas zu füllen, einen verjüngten Durchflussbeschränkungsweg **303**, der die Nadel **310**, die hierin gepasst ist, aufnimmt, und

einen Ausgangsanschluss **304**, der verwendet wird, um den Durchfluss an Wasserstoffgas, der durch die Nadel **310** beschränkt ist, auszugeben. Der Eingangsanschluss **302** hat einen Rückschlagmechanismus **370**, um einen Rückfluss an Wasserstoffgas aus dem Wasserstoffbehälter **100** zu verhindern. Das Wasserstoffgas, das in das Gehäuse **300** über den Rückschlagmechanismus **370** und den Eingangsanschluss **302** geflossen ist, gelangt durch eine Öffnung **305**, die an der Seitenfläche des Gehäuses **300** ausgebildet ist, um den Wasserstoffbehälter **100** zu füllen.

[0053] Der Motor **320** ist ein AC-Servomotor und wird eingeschaltet, um den Drehwinkel seiner Ausgangswelle auf einen gewünschten Winkel zu regulieren. Der Drehwinkel der Ausgangswelle wird durch einen Drehgeber gemessen, der innerhalb des Motors **320** gesetzt ist. Die Ausgangswelle des Motors **320** hat ein Außengewinde. Das Außengewinde, das an der Ausgangswelle ausgebildet ist, ein paariges Innengewinde (Mutter), das an der inneren Umfangsfläche des Schafts der Nadel **310** ausgebildet ist, und Kugeln, die zwischen dem Außengewinde und dem Innengewinde zwischengeordnet sind, bilden den Kugelspindelmechanismus **340**. Eine Drehung der Ausgangswelle des Motors **320** bewegt die Nadel **310** über den Kugelspindelmechanismus **340** vor und zurück.

[0054] Spurrillen sind an dem äußeren Umfang des Schafts der Nadel **310** ausgebildet, um sich in die axiale Richtung zu erstrecken. Stahlkugeln der linearen Führung **330**, die in die Spurrillen gesetzt sind, verhindern, dass die Nadel **310** zusammen mit der Ausgangswelle des Motors **320** dreht. In dem ausgeschalteten Zustand des Motors **320** schließt die Nadel **310** den Durchflussbeschränkungsweg **303** mittels der Elastizität der Feder **360**.

[0055] Der Motor **320** des angetriebenen Nadelventils **110**, das in jedem der Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** angeordnet ist, die mit dem Wasserstoffgas gefüllt sind, wird eingeschaltet, um das Wasserstoffgas von dem Wasserstoffbehälter **100** abzugeben. Die Energiezufuhr bewegt die Nadel **310** zu einer vorgegebenen Position, um einen Spalt (den Durchflussbeschränkungsweg **303**) zwischen der Nadel **310** und dem Gehäuse **300** auszubilden und den Durchfluss an Wasserstoffgas über den Ausgangsanschluss **304** abzugeben.

[0056] Die Durchflüsse an Wasserstoffgas, die von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** durch die angetriebenen Nadelventile **110** abgegeben werden, vereinigen sich in einer Verbindungsleitung und werden als ein vereinigter Strom zu dem Brennstoffzellenstapel **10** zugeführt. Der Druck des Wasserstoffgases, das zu dem Brennstoffzellenstapel **10** zugeführt wird, wird durch

Regulieren der Durchflussraten des Wasserstoffgases, das pro Zeiteinheit von den vier Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abgegeben wird, gesteuert.

[0057] Die Durchflussraten des Wasserstoffgases, das von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abgegeben wird, wird entsprechend des nachstehend diskutierten Ablaufs gesteuert. [Fig. 4](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Steuerroutine für ein Einstellen der Durchflussraten des Wasserstoffgases, das von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abzugeben ist, basierend auf den beobachteten Innendrücken der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d**, und ein Abgeben des Wasserstoffgases zeigt, um die Einstellungen der Durchflussraten zu erhalten. Diese Steuerroutine wird durch die Steuereinheit **200** ausgeführt.

[0058] Im Ansprechen auf einen Erhalt eines Startbefehls des Brennstoffzellensystems, der von der Antriebssteuereinheit **210** gesendet wird, liest die Steuereinheit **200** zunächst eine Kreislaufdurchflussrate Q und einen Solldruck P_a des Kreislaufes als Anfangseinstellungen (Schritt S400) und gibt die beobachteten Innendrucke P_1 , P_2 , P_3 und P_4 der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** von den entsprechenden Drucksensoren **125a**, **125b**, **125c** und **125d** ab (Schritt S410).

[0059] Die Steuereinheit **200** berechnet Abgabedurchflussraten Q_1 , Q_2 , Q_3 und Q_4 des Wasserstoffgases, das von den entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abzugeben ist, aus den Innendrücken P_1 , P_2 , P_3 und P_4 der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** und die Kreislaufdurchflussrate Q als die Anfangseinstellung (Schritt S420). Der Berechnungsprozess spezifiziert ein Verhältnis, um dem Wasserstoffbehälter **100**, der den höheren beobachteten Innendruck hat, nacheinander die höhere Abgabedurchflussrate zuzuordnen und stellt die Abgabedurchflussraten Q_1 , Q_2 , Q_3 und Q_4 des Wasserstoffgases, das von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abzugeben ist, ein, um die Summe der Abgabedurchflussraten gleich der eingegebenen Kreislaufzufuhrdurchflussrate Q zu machen. Der Ablauf dieses Ausführungsbeispiels weist die Kreislauf(-zufuhr-)durchflussrate Q zu, um das Wasserstoffgas von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** mit einem Verhältnis proportional zu den Quadraten der beobachtenden Behälterinnendrucke abzugeben. Ein modifizierter Ablauf kann die Kreislaufzufuhrdurchflussrate Q zuordnen, um das Wasserstoffgas bei einem Verhältnis der mehrfachen Integrale der beobachteten Behälterinnendrucke abzugeben.

[0060] Ein weiterer modifizierter Ablauf kann ein Kennfeld verwenden, das eine stufenweise Abweichung im Verhältnis gegenüber den beobachteten Behälterinnendrückeren repräsentiert. Dieser letztere modifizierte Ablauf erreicht die einfache Einstellung des Verhältnisses durch einfaches Lesen des Verhältnisses korrespondieren zu den beobachteten Behälterinnendrückeren aus diesem Kennfeld.

[0061] Die Steuereinheit **200** gibt das Wasserstoffgas aus den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** bei den Einstellungen der Abgabedurchflussraten Q_1 , Q_2 , Q_3 und Q_4 ab (Schritt S430). Der Abgabeprozess setzt Werte an elektrischen Strom fest, der zu den angetriebenen Nadelventilen **110a**, **110b**, **110c** und **110d** der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** zuzuführen ist, und reguliert hierdurch die Öffnungsquerschnittsflächen, die durch die entsprechenden Nadeln **310** ausgebildet sind, die im Ansprechen auf die Einstellwerte an elektrischem Strom bewegt werden.

[0062] Die Durchflussrate des Wasserstoffgases, das von jedem Wasserstoffbehälter **100** abgegeben wird, wird aus dem Volumen des Wasserstoffbehälter **100** und der Zeitverläufe des Behälterinnendruckes abgeschätzt. Eine hohe Abgabedurchflussrate wird bei einer großen Verringerung eines Behälterinnendruckes je Zeiteinheit erwartet, während eine niedrige Abgabedurchflussrate aus einer kleinen Verringerung eines Behälterinnendruckes je Zeiteinheit erwartet wird. Der Abgabeprozess führt eine voreingestellte Höhe an elektrischem Strom als ein Anfangseinstellung zu den entsprechenden angetriebenen Nadelventilen **110a** bis d zu, misst Zeitverläufe der Behälterinnendrückeren in den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100** und variiert nacheinander die Werte an elektrischem Strom, die zu den entsprechenden angetriebenen Nadelventilen **110a** bis d zuzuführen sind, in Übereinstimmung zu den beobachteten Zeitverläufen der Behälterinnendrückeren und den Einstellungen der Abgabedurchflussraten Q_1 , Q_2 , Q_3 und Q_4 . Der Ablauf dieses Ausführungsbeispiels stellt die Höhe an elektrischem Strom als die Anfangseinstellung auf eine vorgegebene Durchflussrate im Voraus ein. Ein modifizierter Ablauf kann ein Kennfeld vorbereiten, das Änderungen eines elektrischen Stroms gegenüber den Abgabedurchflussraten Q_1 , Q_2 , Q_3 und Q_4 und den Behälterinnendrückeren repräsentiert, und liest die Werte von elektrischem Strom, der zu den entsprechenden angetriebenen Nadelventilen **110a**, **110b**, **110c** und **110d** zugeführt wird, aus dem Kennfeld aus.

[0063] Die Durchflüsse an Wasserstoffgas, die von den vier Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** entsprechend des vorstehenden Abgabeprozesses abgegeben werden, vereinigen sich und verlaufen stromabwärts der Wasserstoffbehälter **100a**

bis d um einen Versorgungsdruck in dem Kreislauf zu generieren. Dieser stromabwärtige Kreislauf- bzw. (sekundäre) Versorgungsdruck P_s wird durch den Drucksensor **135** an dem Kreislauf gemessen. Die Steuereinheit **200** gibt den beobachteten sekundären Versorgungsdruck P_s ein (Schritt S440).

[0064] Die absolute Differenz zwischen dem sekundären Versorgungsdruck P_s und dem Solldruck P_a wird mit einem vorgegebenen Wert α verglichen (Schritt S450). Der vorgegebene Wert α ist ein Auslegungswert, der als ein zulässiger Fehler gegeben ist. Wenn die absolute Differenz innerhalb des zulässigen Fehlers α bei Schritt S450 ist, schreitet die Routine zu WEITER. Diese Serie von Abläufen wird bei voreingestellten Zeiten wiederholt.

[0065] Wenn die absolute Differenz außerhalb des zulässigen Fehlers α bei Schritt S450 ist, setzt die Steuereinheit **200** andererseits die Kreislaufversorgungs-/zufuhrdurchflussrate basierend auf der absoluten Differenz zurück (Schritt S460). Dieser Prozess erhöht oder verringert die Kreislaufversorgungsdurchflussrate Q , die als die Anfangseinstellung gelesen wird. Wenn der sekundäre Versorgungsdruck P_s größer als der Solldruck P_a ist, senkt der Steuerprozess die Durchflussraten, die von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** zuzuführen sind. Wenn der sekundäre Versorgungsdruck P_s geringer als der Solldruck P_a ist, steigert andererseits der Steuerprozess die Durchflussraten, die von den entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** zuzuführen sind. Eine Durchflussratenabweichung ΔQ wird als das Produkt der Druckdifferenz ($P_a - P_s$) und eines voreingestellten Koeffizienten β berechnet. Die Routine geht dann zurück zu Schritt S410 und wiederholt die vorstehende Serie an Abläufen, um die Abgabedurchflussraten der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100** korrespondierend zu den beobachteten Behälterinnendrückeren aus der zurückgesetzten Kreislaufversorgungsdurchflussrate Q und gibt das Wasserstoffgas mit den neuen Einstellungen der Abgabedurchflussraten ab.

[0066] Dieser Steuerablauf reguliert die Abgabedurchflussraten des Wasserstoffgases von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d**, so dass die höhere Abgabedurchflussrate des Wasserstoffgases dem Behälter mit dem höheren Innendruck zugeordnet wird (das heißt, der Behälter, der das größere Volumen des Wasserstoffgases hat). Der Behälter mit dem höheren Innendruck hat die höhere Abgabegeschwindigkeit und die höhere Druckverringergeschwindigkeit verglichen mit dem Behälter mit dem geringeren Innendruck. Die wiederholte Ausführung der vorstehenden Steueroutine bei voreingestellten Zeiten variiert nacheinander die Abgabedurchflussraten von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**,

100c und **100d** und beseitigt den Unterschied im Innendruck zwischen diesen Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** wesentlich. Dies führt zu im Wesentlichen gleichen Verbräuchen des Wasserstoffgases von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d**. Sogar wenn mehrere Behälter verschiedene Behälterinnendrucke (primäre Drücke) haben, bewirkt die Abgabesteuerung, dass die Innendrucke der entsprechenden Behälter sich einer identischen Höhe annähern. Der Steuerablauf dieses Ausführungsbeispiels verhindert somit wirksam jegliche bevorzugte Abgabe von nur einem Wasserstoffbehälter **100** und seine resultierende abrupte Temperaturänderung.

[0067] Der Aufbau dieses Ausführungsbeispiels verwendet das angetriebene Nadelventil **110**, das an der Öffnung des Wasserstoffbehälters **100** angeordnet ist. Der direktwirkende Mechanismus des Kugelspindelmechanismus **340** und der linearen Führung **330** in Kombination mit dem Motor **320** in dem angetriebenen Nadelventil **110** variiert die Menge an elektrischem Strom und reguliert hierdurch die Position der Nadel **310**. Diese Anordnung erleichtert erheblich die Steuerung der Abgabedurchflussrate. Diese Anordnung verringert die Reibungskraft, die durch die Bewegung der Nadel **310** erzeugt wird, verglichen mit herkömmlichen Durchflusssteuerventilen merklich. Sogar wiederholte Vor- und Zurückbewegungen des Ventils verursachen somit kaum ein Haltbarkeitsproblem.

[0068] In dem Aufbau des ersten Ausführungsbeispiels haben die vier Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** ein identisches inneres Volumen. Wenn mehrere Behälter verschiedene innere Volumina haben, werden die Abgabedurchflussraten der entsprechenden Behälter aus beidem, dem Verhältnis des inneren Volumens und dem Verhältnis des Behälterinnendrucks, berechnet, um die Innendrucke der entsprechenden Behälter auszugleichen (das heißt die Verbräuche der entsprechenden Behälter). Die Abgabedurchflussraten können alternativ gesteuert sein, um eine bevorzugte Abgabe von einem ausgewählten Wasserstoffbehälter **100** einzustellen.

[0069] Ein weiteres Behältersystem und ein korrespondierendes Steuerverfahren ist nachstehend als ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung diskutiert. [Fig. 5](#) stellt schematisch die Anordnung eines weiteren Brennstoffzellensystems für das Fahrzeug mit dem Behältersystem des zweiten Ausführungsbeispiels dar, das hieran montiert ist. Als die primären Unterschiede zu dem Behältersystem des ersten Ausführungsbeispiels verwendet das Behältersystem des zweiten Ausführungsbeispiels Solenoidventile **500a**, **500b**, **500c** und **500d** für die Durchflusssteuerventile, um die Abgabedurchflussraten von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**,

100c und **100d** zu steuern, und hat Durchflussratenreguliermodule bzw. -messer **510a**, **510b**, **510c** und **510d**, die stromabwärtig der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c**, **100d** angeordnet sind, um die Abgabedurchflussraten von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** zu messen. Die anderen Bestandteile des Behältersystems des zweiten Ausführungsbeispiels sind gleich diesen des Behältersystems des ersten Ausführungsbeispiels und sind somit hier nicht speziell beschrieben. Wie die Wasserstoffbehälter können die Solenoidventile **500a** bis **500d** und die Durchflussmesser **510a** bis **510d** im Allgemeinen als das Solenoidventil **500** und der Durchflussmesser **510** ausgedrückt sein.

[0070] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist, hat das Behältersystem des zweiten Ausführungsbeispiels vier Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d**. Der Durchflussmesser **510** ist in der Nähe der Öffnung jedes Wasserstoffbehälter **100** angeordnet. Der Durchflussmesser **510** ist ein Karman-Wirbeldurchflussmesser, der sich die proportionale Beziehung der Durchflussgeschwindigkeit zu der Frequenz eines Auftretens des Karmanwirbels zu Nutze macht, um die Durchflussrate zu messen. Der Durchflussmesser **510** kann jeglicher von anderen diversen Durchflussmessern einschließlich Ultraschall-dopplerdurchflussmesser und elektromagnetischen Durchflussmessern sein. Die Messwerte der Durchflussmesser **510a**, **510b**, **510c** und **510d** werden zu der Steuereinheit **200** ausgegeben und werden zur Steuerung der Abgabedurchflussraten wie nachstehend diskutiert verwendet.

[0071] Das Durchflusssteuerventil, das an der Öffnung jedes Wasserstoffbehälters **100** gesetzt ist, ist das Solenoidventil **500**, das einen Solenoid anregt, um einen Ventilkörper vor und zurück zu bewegen und hierdurch den Durchflussweg zu öffnen und zu schließen. Das Solenoidventil **500** ist ein normal geschlossenes Ventil, das durch die Druckkraft einer Feder anfänglich geschlossen ist und durch eine Energiezufuhr zu dem Solenoid geöffnet wird.

[0072] Die Durchflussraten des Wasserstoffgases, das von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** abgegeben wird, wird entsprechend dem nachstehend diskutierten Ablauf gesteuert. [Fig. 6](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Steuerroutine für ein Auswählen von aktiven Wasserstoffbehältern **100** zur Abgabe korrespondierend zu den Innendrucken der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100** und Aktivieren der ausgewählten Wasserstoffbehälter **100** zeigt. Diese Steuerroutine wird durch die Steuereinheit **200** ausgeführt.

[0073] Im Ansprechen auf einen Empfang eines Startbefehls des Brennstoffzellensystems, der von der Antriebssteuereinheit **210** gesendet wird, liest die

Steuereinheit **200** zunächst eine Kreislaufversorgungsdurchflussrate Q und einen Solldruck P_a des Kreislaufs als Anfangseinstellungen (Schritt S600) und gibt die beobachteten Innendrucke P_1 , P_2 , P_3 und P_4 der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** von den entsprechenden Drucksensoren **125a**, **125b**, **125c** und **125d** ein (Schritt S610). Diese Schritte sind identisch mit den Schritten S400 und S410 in dem Ablaufdiagramm von [Fig. 4](#) in dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0074] Die Steuereinheit **200** wählt den Wasserstoffbehälter **100** mit dem niedrigsten Innendruck P_{min} von den (Eingangs-)Innendrucke P_1 , P_2 , P_3 und P_4 (Schritt S620). Es wird angenommen, dass der Wasserstoffbehälter **100** mit dem niedrigsten Innendruck P_{min} die kleinste Restmenge an Wasserstoffgas hat. Die Steuereinheit **200** aktiviert somit die drei anderen Wasserstoffbehälter **100** als dem Wasserstoffbehälter **100** mit dem niedrigsten Innendruck P_{min} , um das Wasserstoffgas abzugeben. Die Abgabedurchflussrate von jedem der drei Wasserstoffbehälter **100** wird gleich $1/3$ der Eingangskreislaufzufuhrdurchflussrate Q als eine Solldurchflussrate gesetzt (Schritt S630).

[0075] Die Steuereinheit **200** gibt das Wasserstoffgas mit den Einstellwerten der Durchflussraten von den ausgewählten drei Wasserstoffbehältern **100** ab (Schritt S640). Dieser Abgabeprozess schaltet das Solenoidventil **500** an und aus, um den Ventilkörper häufig zu öffnen und zu schließen und hierdurch die Abgabedurchflussrate zu regulieren. Der Ablauf dieses Ausführungsbeispiels gibt den Messwert von dem Durchflussmesser **510**, der in der Nähe der Öffnung jedes Wasserstoffbehälter **100** angeordnet ist, aus und führt eine Regelung aus, um die Ventil-Auf-Zu-Häufigkeit entsprechend der Differenz zwischen der Solldurchflussrate $Q/3$ und dem Messwert zu korrigieren.

[0076] Das Durchflussvolumen, das durch einen Auf-/Zu-Vorgang (nachstehend als ein Schuss bezeichnet) des Solenoidventils **500** abgegeben wird, ist im Wesentlichen proportional zu dem Behälterinnendruck. Die Abgabedurchflussrate wird somit aus der Zahl der Schüsse pro Minute und dem Behälterinnendruck abgeschätzt. Die Abgabedurchflussrate wird durch Variieren der Zahl an Schüssen reguliert. Wenn zum Beispiel die Durchflussrate an Wasserstoffgas von einem Wasserstoffbehälter **100** geringer als die Solldurchflussrate $Q/3$ ist, wird die Zahl an Schüssen erhöht, um zu bewirken, dass die Abgabedurchflussrate sich der Solldurchflussrate $Q/3$ nähert.

[0077] Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel kann die Abgabedurchflussrate andererseits aus einer Veränderung des Behälterinnendrucks pro Zeiteinheit abgeschätzt werden. Ein weiterer modifizierter Ablauf kann ein Kennfeld verwenden, um die Zahl

an Schüssen korrespondierend zu dem Behälterinnendruck und der Solldurchflussrate zu bestimmen.

[0078] Die gleichen Volumina an Wasserstoffgas, die von den drei ausgewählten Wasserstoffbehältern **100** abgegeben werden, vereinigen sich und strömen stromabwärts der Wasserstoffbehälter **100**, um den sekundären Versorgungsdruck P_s zu generieren. Wie die Steuerroutine des ersten Ausführungsbeispiels gibt die Steuereinheit **200** den beobachteten sekundären Versorgungsdruck P_s (Schritt S650) aus und vergleicht die absolute Differenz zwischen dem sekundären Versorgungsdruck P_s und dem Solldruck P_a mit dem zulässigen Fehler α (Schritt S660). Wenn die absolute Differenz innerhalb des zulässigen Fehlers α bei Schritt S660 liegt, geht die Routine zu WELTER. Diese Serie an Prozessen wird bei voreingestellten Zeiten wiederholt. Wenn die absolute Differenz außerhalb des zulässigen Fehlers α bei Schritt S660 ist, bestimmt die Steuereinheit **200** ein Erfordernis für einen Anstieg oder eine Verringerung im Druck und setzt die Kreislaufversorgungsdurchflussrate Q zurück (Schritt S670). Die Zahl an Schüssen des Solenoidventils **500** variiert entsprechend dem Vergleichsergebnis zwischen der Solldurchflussrate und der abgeschätzten Abgabedurchflussrate.

[0079] Der Steuerablauf des zweiten Ausführungsbeispiels gibt gleiche Volumina des Wasserstoffgases von den drei ausgewählten Wasserstoffbehältern **100** mit den höheren Innendrucke der vier Wasserstoffbehälter **100a** bis **100d** ab. Die Abgabe des Wasserstoffgases senkt den Innendruck der drei aktiven Wasserstoffbehälter **100**. Wenn der Innendruck des Wasserstoffbehälters **100**, der den niedrigsten Innendruck von den drei aktiven Wasserstoffbehältern **100** hat, geringer als der Innendruck des inaktiven Wasserstoffbehälters **100** wird, der das Wasserstoffgas nicht abgibt, wird der aktive Wasserstoffbehälter **100** zur Abgabe des Wasserstoffgases gewechselt. Aufeinanderfolgendes Wechseln der aktiven Wasserstoffbehälter **100** zur Abgabe des Wasserstoffgases verringert wirksam die Differenz im Innendruck von den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a** bis **100d**.

[0080] [Fig. 7](#) ist ein Graph, der Zeitverläufe von Innendrucke der entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** zeigt, während die vorstehende Serie von Steuerprozessen wiederholt ausgeführt wird. Wenn die Wasserstoffbehälter **100a**, **100b**, **100c** und **100d** die höheren Behälterinnendrucke in dieser Reihenfolge haben, wählt und aktiviert der Steuerablauf die drei Wasserstoffbehälter **100a**, **100b** und **100c**, um gleiche Volumina an Wasserstoffgas abzugeben. Mit dem Fortschritt der Abgabe wechselt die Reihenfolge des höheren Behälterinnendrucks von **100a**, **100b**, **100c** und **100d**. Der Steuerablauf wählt dann drei aktive Wasserstoffbehälter wieder, um das Wasserstoffgas von den drei

ausgewählten Wasserstoffbehälter **100a**, **100b** und **100d** abzugeben. Die Wasserstoffbehälter **100c** und **100d** mit den niedrigeren Innendrücker wiederholen abwechselnd die Abgabe und den Stop des Wasserstoffgases, bis die Innendrücker der Wasserstoffbehälter **100c** und **100d** den Innendruck des Wasserstoffbehälter **100b** erreichen. Die Wasserstoffbehälter **100c** und **100d** haben die niedrigere Sinkgeschwindigkeit des Innendrucks verglichen mit den Wasserstoffbehältern **100a** und **100b**, die das Wasserstoffgas konstant abgeben. Dies beseitigt fortschreitend die Differenz im Innendruck zwischen den entsprechenden Wasserstoffbehältern **100a** bis **100d**. Wenn die Innendrücker der Wasserstoffbehälter **100c** und **100d** den Innendruck des Wasserstoffbehälter **100b** erreichen, wiederholen die drei Wasserstoffbehälter **100b**, **100c** und **100d** die Abgabe und den Stopp des Wasserstoffgases. Die Innendrücker dieser drei Wasserstoffbehälter **100b**, **100c** und **100d** nähern sich dann fortschreitend dem Innendruck des Wasserstoffbehälter **100a**. Auf diese Weise fallen die Innendrücker von allen Wasserstoffbehältern **100a**, **100b**, **100c** und **100d** in einen voreingestellten Bereich. Eine Auswahl der aktiven Wasserstoffbehälter **100a** bis d zur Abgabe des Wasserstoffgases wird bei voreingestellten Zeitabständen ausgeführt. Dies verhindert wirksam einen Nachlauf in dem Fall, in dem die Wasserstoffbehälter **100c** und **100d** abwechselnd den Wasserstoff abgeben.

[0081] Der Steuerablauf dieses Ausführungsbeispiels stellt eine kontinuierliche Abgabe des Wasserstoffgases sicher, ohne eine signifikante Abweichung im Innendruck zwischen den entsprechenden Wasserstoffbehälter **100a** bis **100d** zu verursachen. Diese Anordnung verhindert gewünscht jegliche bevorzugte Abgabe von nur einem Wasserstoffbehälter **100** und seiner resultierenden abrupten Temperaturänderung.

[0082] Die Ausführungsbeispiele, die vorstehend diskutiert sind, sind in allen Aspekten als veranschaulichend und nicht als beschränkend zu betrachten. Es kann viele Modifikationen, Änderungen und Abwandlungen geben, ohne von dem Umfang oder Kern der Haupteigenschaften der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise hat in den vorstehend diskutierten Ausführungsbeispielen das Behältersystem vier Hochdruckbehälter. Das Behältersystem kann jedoch zwei oder jegliche größere Zahl an Hochdruckbehältern haben. In dem vorstehend diskutierten ersten Ausführungsbeispiel wird die Durchflusssteuerung durch das angetriebene Nadelventil **110** ausgeführt, das den Motor **320** und den direktwirkenden Betätigungsmechanismus des Kugelspindelmechanismus **340** und die lineare Führung **330** hat. Die Durchflusssteuerung kann durch Kombination eines Tellerventils (Schließventils) mit diesem direktwirkenden Betätigungsmechanismus erhalten werden. In den vorstehend diskutierten Ausführungsbeispielen

haben mehrere Behälter ein identisches Volumen und der Steuerablauf zielt auf im Wesentlichen gleiche Verbräuche des Wasserstoffgases von den entsprechenden Behältern. Eine mögliche Modifikation kann die Abgabedurchflussraten des Wasserstoffgases von den entsprechenden Behältern entsprechend den verschiedenen Bedingungen gewichten. Zum Beispiel können, wenn eine bevorzugte Abgabe von Wasserstoffgas von einem bestimmten Behälter gewünscht ist oder wenn mehrere Behälter verschiedene Abmessungen, Festigkeiten, Formen und andere Spezifikationen haben, die Abgabedurchflussraten der entsprechenden Behälter mit den Gewichten entsprechend den Behälterbedingungen gesetzt werden (das Innenvolumen, die Temperatur und die umgebende Umgebung).

[0083] Fig. 8 zeigt ein Fahrzeug **5** mit dem Behältersystem **51**. Das Behältersystem, das in dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel beschrieben ist, speichert Wasserstoffgas und führt das Gas dem Brennstoffzellenstapel **10** zu.

[0084] Fig. 9 zeigt ebenso ein Fahrzeug **520** mit dem Behältersystem **530**. Das Behältersystem speichert Erdgas und führt das Gas zu einem Verbrennungsmotor(-system) **540** zu. Der Verbrennungsmotor **540** verbrennt das Erdgas und gibt die Energie aus, um das Fahrzeug **520** anzutreiben.

[0085] Alle Änderungen innerhalb der Bedeutung und des Bereichs der Äquivalenz der Ansprüche sind als hierin eingeklammert beabsichtigt. Der Umfang und der Kern der vorliegenden Erfindung ist eher durch die anhängenden Ansprüche als durch die vorstehende Beschreibung gekennzeichnet.

[0086] Ein Behältersystem der Erfindung mit mehreren Behältern bildet einen vereinigten Strom eines Fluids, das von den mehreren Behälter abgegeben wird, und führt den vereinigten Strom einer nachgeschalteten Vorrichtung zu, die den mehreren Behältern nachgeschaltet angeordnet ist. Das Behältersystem hat: primäre Druckmessmodule, die Innendrücker der mehreren Behälter als primäre Drücke einzeln messen; ein sekundäres Druckmessmodul, das einen Druck des vereinigten Stromes des Fluids als einen sekundären Druck misst; Durchflussratenreguliermodule, die Abgabedurchflussraten des Fluids, das von den mehreren Behältern abgegeben ist, einzeln regulieren; und ein Drucksteuermodul, das eine Zufuhrdurchflussrate, die zu der nachgeschalteten Vorrichtung zuzuführen ist, aus dem gemessenen sekundären Druck abschätzt und dann eine Zuordnung der Zufuhrdurchflussrate des Fluids einstellt, das von jedem der mehreren Behälter korrespondierend zu dem gemessenen primären Druck bezüglich des Behälters abgegeben ist. Diese Anordnung stellt eine angemessene Regulierung der Abgabedurchflussraten von den mehreren Behältern sicher.

Patentansprüche

1. Behältersystem mit:
 mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) enthaltend ein Fluid;
 einer Leitung (**30**), die einen vereinigten Strom des Fluids bildet, das von den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) abgegeben wird, und den vereinigten Strom zu einer nachgeschalteten Vorrichtung (**10; 540**) zuführt, die den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) nachgeschaltet angeordnet ist;
 primären Druckmessmodulen (**125a, 125b, 125c, 125d**) für jeden Behälter, die Innendrucke der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) als primäre Drücke einzeln messen;
 Durchflussratenreguliermodule (**110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d**), die Abgabedurchflussraten des Fluids, das von den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) abzugeben ist, einzeln regulieren; und
 einem Drucksteuermodul (**200**), das die Abgabedurchflussraten des Fluids, die in Summe eine Zufuhrdurchflussrate des vereinigten Stroms bilden, mit den Durchflussratenreguliermodulen (**110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d**) einzeln anhand der jeweiligen primären Drücke der jeweiligen Behälter so einstellt, um die primären Drücke der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) im Wesentlichen auszugleichen.

2. Behältersystem nach Anspruch 1, mit einem sekundären Druckmessmodul (**135**), das einen Druck des vereinigten Stromes des Fluids als einen sekundären Druck misst, wobei das Drucksteuermodul die Abgabedurchflussrate zusätzlich auf der Grundlage des gemessenen sekundären Drucks einstellt, um hierdurch den sekundären Druck zu steuern.

3. Behältersystem nach Anspruch 2, wobei das Drucksteuermodul (**200**) eine Anforderung einer Zufuhrdurchflussrate, die zu der stromabwärtigen Vorrichtung (**10, 540**) zuzuführen ist, aus dem gemessenen sekundären Druck ermittelt und dann die Abgabedurchflussrate von den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**), die in Summe die Zufuhrdurchflussrate des vereinigten Stroms bilden, anhand der gemessenen primären Drücke der Behälter einstellt.

4. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Drucksteuermodul (**200**) mindestens einen Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) mit einem niedrigeren primären Druck ausschließt und verbleibende Behälter als Behälter mit einem höheren primären Druck auf der Grundlage der gemessenen primären Drücke der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) auswählt, wobei das Drucksteuermodul (**200**) an die Durchflussraten-

reguliermodule (**110a, 110b, 110c, 110d**) der Behälter mit höherem primären Druck eine Anweisung zum Abgeben des Fluids bei voreingestellten Durchflussraten ausgibt und die Auswahl der Behälter mit höherem primären Druck und die Anweisung bei voreingestellten Zeiten wiederholt wird, um nacheinander aktive Behälter für die Abgabe des Fluids zu wechseln.

5. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Drucksteuermodul (**200**) nacheinander einem Behälter mit höherem primären Druck als in den anderen Behältern eine höhere Abgabedurchflussrate als von den anderen Behältern in Übereinstimmung mit den gemessenen primären Drücken der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) zuweist und mit den Durchflussratenreguliermodulen (**110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d**) das Fluid von den entsprechenden Behältern bei der eingestellten Abgabedurchflussrate abgibt.

6. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei jedes der Durchflussratenreguliermodule (**110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d**) ein Solenoidventil (**500a, 500b, 500c, 500d**) ist, das einen Ventilkörper mittels einer elektromagnetischen Kraft öffnet und schließt und ein Auf-/Zu-Verhältnis des Ventilkörpers variiert, um die Abgabedurchflussrate zu regulieren.

7. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei jedes der Durchflussratenreguliermodule (**110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d**) ein Nadelventil (**110a, 110b, 110c, 110d**) ist, das einen Ventilkörper (**310**) elektrisch vor und zurück bewegt, um eine Öffnungsquerschnittsfläche einzustellen, und eine Öffnung des Ventilkörpers (**310**) variiert, um die Abgabedurchflussrate zu regulieren.

8. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei jedes von den Durchflussratenreguliermodulen (**110a, 110b, 110c, 110d; 510a, 510b, 510c, 510d**) ein motorgetriebenes Ventil ist, das:
 einen Motor (**320**) als eine Antriebsquelle eines Ventilkörpers (**310**);
 einen Kugelspindelmechanismus (**340**), der eine Spindel, die an einer Ausgangswelle des Motors (**320**) ausgebildet ist, eine Mutter, die innerhalb des Ventilkörpers ausgebildet ist, und Kugeln hat, die zwischen der Spindel und der Mutter zwischengeordnet sind;
 eine Führung (**330**), die den Ventilkörper (**310**) in eine axiale Richtung linear vor und zurück beweglich hält; und
 eine Feder (**360**) hat, die den Ventilkörper (**310**) in die axiale Richtung drückt, um den Ventilkörper (**310**) in eine Schließposition in einem ausgeschalteten Zustand des Motors (**320**) zu setzen, wobei das Durchflussratenreguliermodul (**200**) eine Drehbewegung des Motors (**320**) in eine lineare Be-

wegung des Ventilkörpers (**310**) umwandelt und den Ventilkörper (**310**) vor und zurück bewegt, um einen Abgabedurchflussweg von dem Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) zu öffnen und zu schließen und hierdurch die Abgabedurchflussrate zu regulieren.

9. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Drucksteuermodul (**200**) einen Zeitverlauf des primären Drucks von jedem der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) misst und die jeweilige Abgabedurchflussraten, die von den entsprechenden Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) abzugeben ist, auf der Grundlage des inneren Volumens des jeweiligen Behälters (**100a, 100b, 100c, 100d**) und der gemessenen Veränderung des primären Drucks des jeweiligen Behälters über die Zeit einstellt.

10. Behältersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Behältersystem ferner: ein Durchflussratenmessmodul (**510a, 510b, 510c, 510d**) hat, das eine Abgabedurchflussrate des Fluids misst, das von jedem der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) abgegeben wird, wobei das Drucksteuermodul (**200**) die Abgabedurchflussraten des Fluids, die von dem jeweiligen Behälter abzugeben ist, auf der Grundlage der gemessenen Abgabedurchflussrate einstellt.

11. Behältersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) Wasserstoffbehälter zum Speichern von Wasserstoffgas sind, die für ein Brennstoffzellensystem (**10**) verwendet werden, das an einem Fahrzeug (**5**) montiert ist.

12. Behältersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) Erdgasdruckbehälter zum Speichern von verdichtetem Erdgas sind, das für ein Verbrennungsmotorsystem (**540**) verwendet wird, das an einem Fahrzeug (**520**) montiert ist.

13. Durchflussratensteuerverfahren eines Behältersystems, das mehrere Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) enthaltend ein Fluid hat, wobei das Behältersystem einen vereinigten Strom eines Fluids vornimmt, das von den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) abgegeben wird, und den vereinigten Strom zu einer nachgeschalteten Vorrichtung zuführt, die den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) nachgeschaltet angeordnet ist, wobei das Durchflussratensteuerverfahren die folgenden Schritte aufweist:

einzelnes Messen von Innendrückeren der mehreren Behälter (**100a, 100b, 100c, 100d**) als primäre Drücke;

Setzen der Einstellwerte der Abgabedurchflussraten des Fluids, die zusammen eine Zufühdurchflussrate des vereinigten Stroms bilden, anhand der gemessenen primären Drücke der mehreren Behälter (**100a,**

100b, 100c, 100d); und
einzelnen Regulieren der Abgabedurchflussraten des Fluids von den mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) entsprechend der gesetzten Einstellwerte der Abgabedurchflussraten, die zusammen die Zufühdurchflussrate bilden, um die primären Drücke der mehreren Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) im Wesentlichen auszugleichen.

14. Durchflussratensteuerverfahren nach Anspruch 13, mit den Schritten Messen eines Drucks des vereinigten Stromes des Fluids als einen sekundären Druck und Einstellen der jeweiligen Abgabedurchflussrate auf der Grundlage des gemessenen sekundären Drucks und Regulieren der Abgabedurchflussraten, um hierdurch den sekundären Druck zu steuern.

15. Durchflussratensteuerverfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei der Einstellwertesetzschritt eine Anforderung einer Zufühdurchflussrate, die der nachgeschalteten Vorrichtung zuzuführen ist, aus dem gemessenen sekundären Druck ermittelt und dann die Abgabedurchflussrate von einem jeden Behälter entsprechend dem gemessenen primären Druck des jeweiligen Behälters einstellt.

16. Durchflussratensteuerverfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei der Einstellwertesetzschritt mindestens einen Behälter mit niedrigerem primären Druck ausschließt und verbleibende Behälter als Behälter mit höherem primären Druck auf der Grundlage der gemessenen primären Drücke der jeweiligen Behälter auswählt, und der Abgabedurchflussratenregulierschritt eine Abgabe des Fluids bei voreingestellten Abgabedurchflussraten von den Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) mit höherem primären Druck ausführt, wobei die Auswahl der Behälter mit höherem primären Druck und die Ausführung der Abgabe, die bei voreingestellten Zeiten wiederholt wird, nacheinander aktive Behälter für die Abgabe des Fluids wechselt.

17. Durchflussratensteuerverfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei der Einstellwertesetzschritt nacheinander einem Behälter mit höherem primären Druck als in den anderen Behältern (**100a, 100b, 100c, 100d**) eine größere Abgabedurchflussrate als die von anderen Behältern zuweist, und der Abgabedurchflussratenregulierschritt eine Abgabe des Fluids von den entsprechenden Behältern bei den Einstellwerten der Abgabedurchflussraten, die in Summe die Zufühdurchflussrate bilden, ausführt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

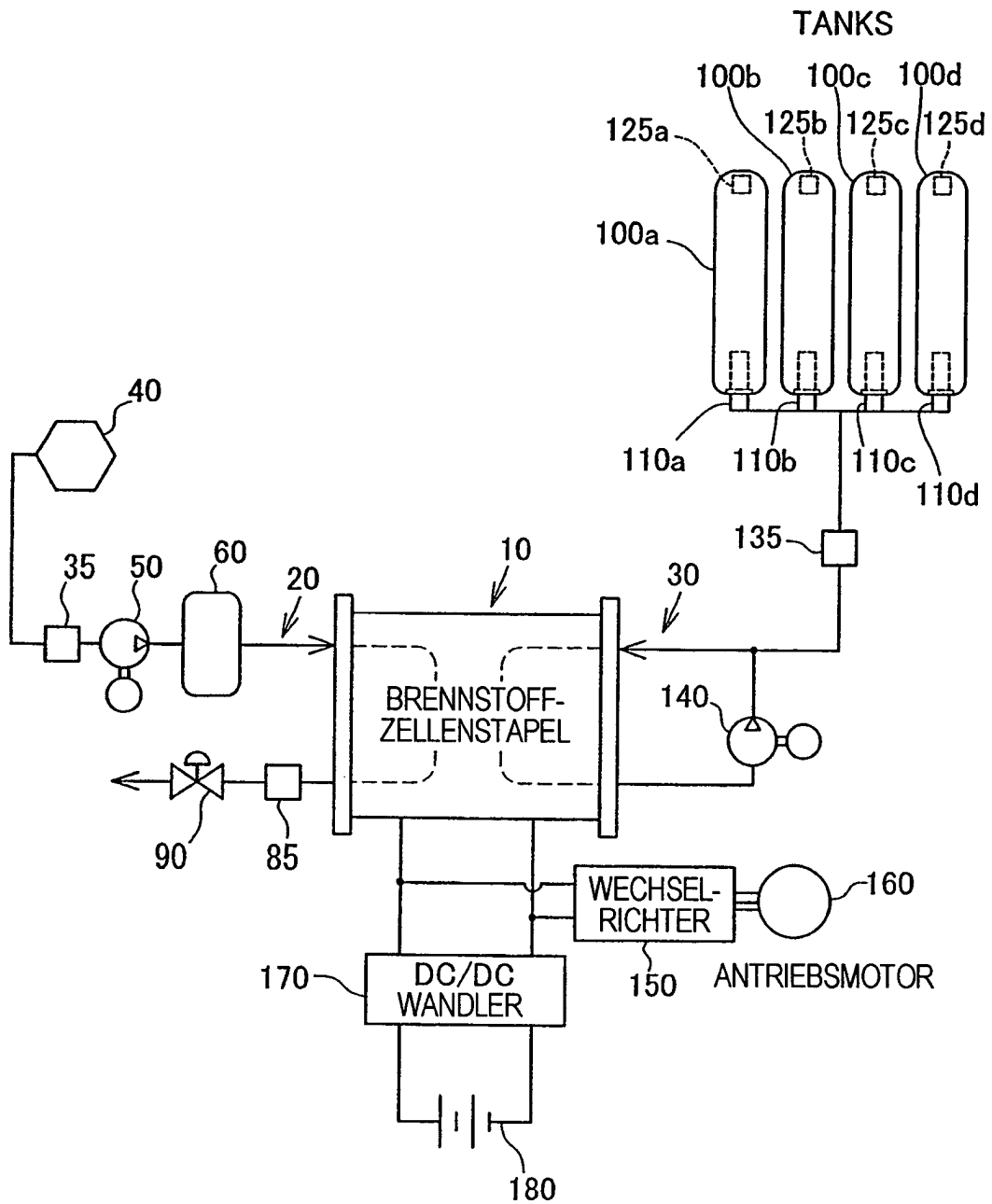


Fig.2

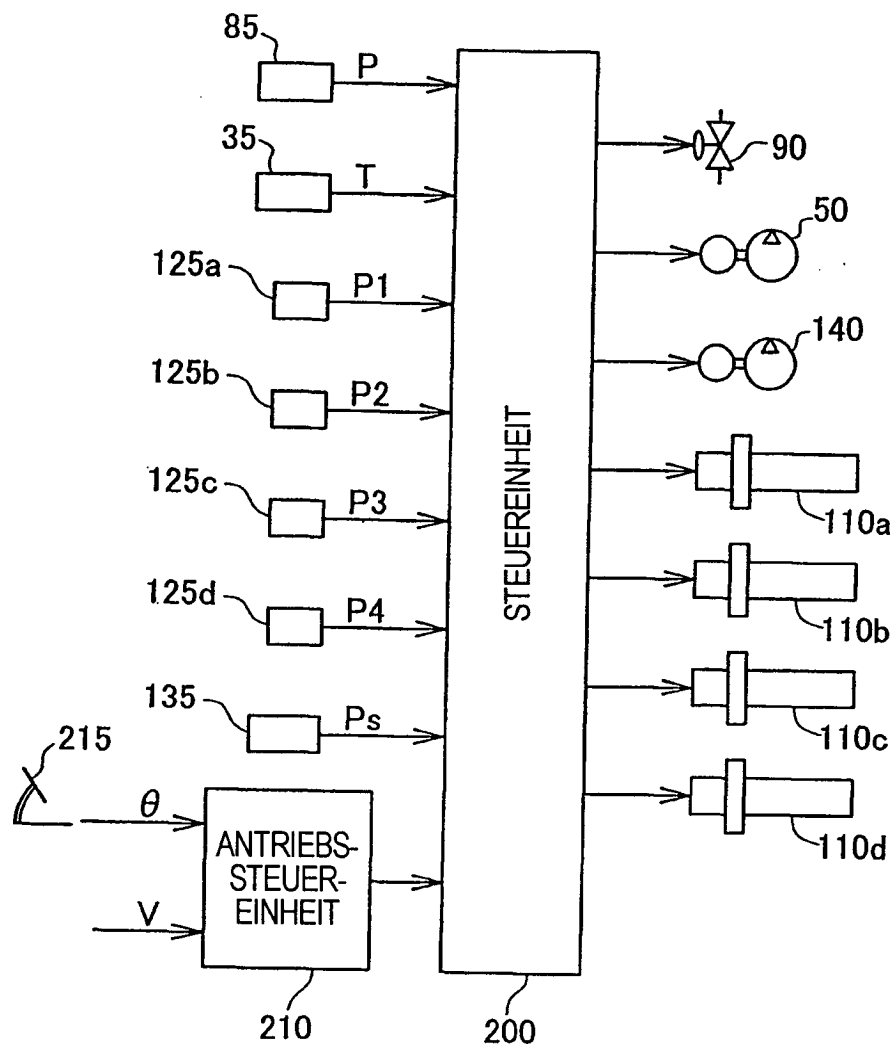


Fig.3

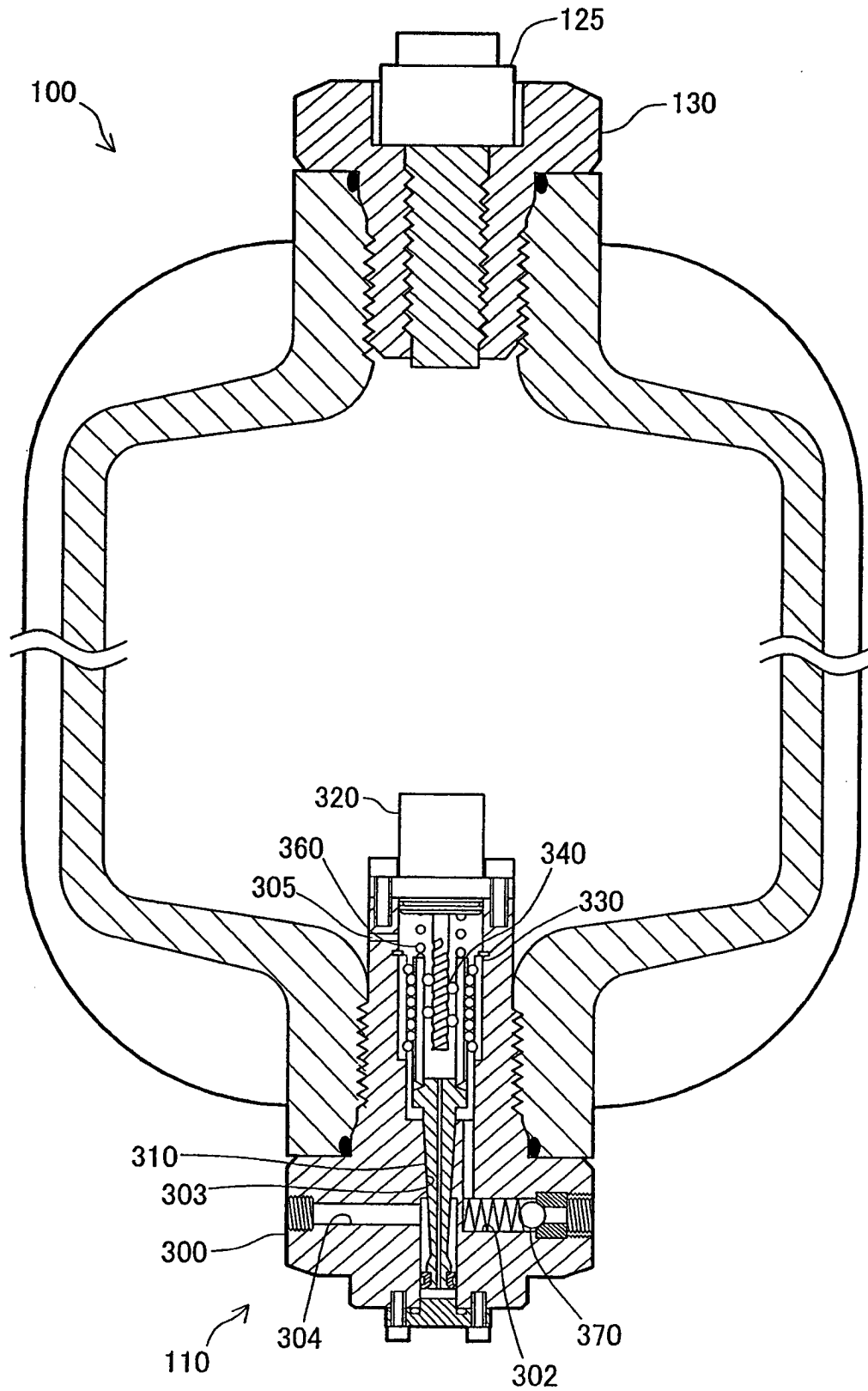


Fig.4

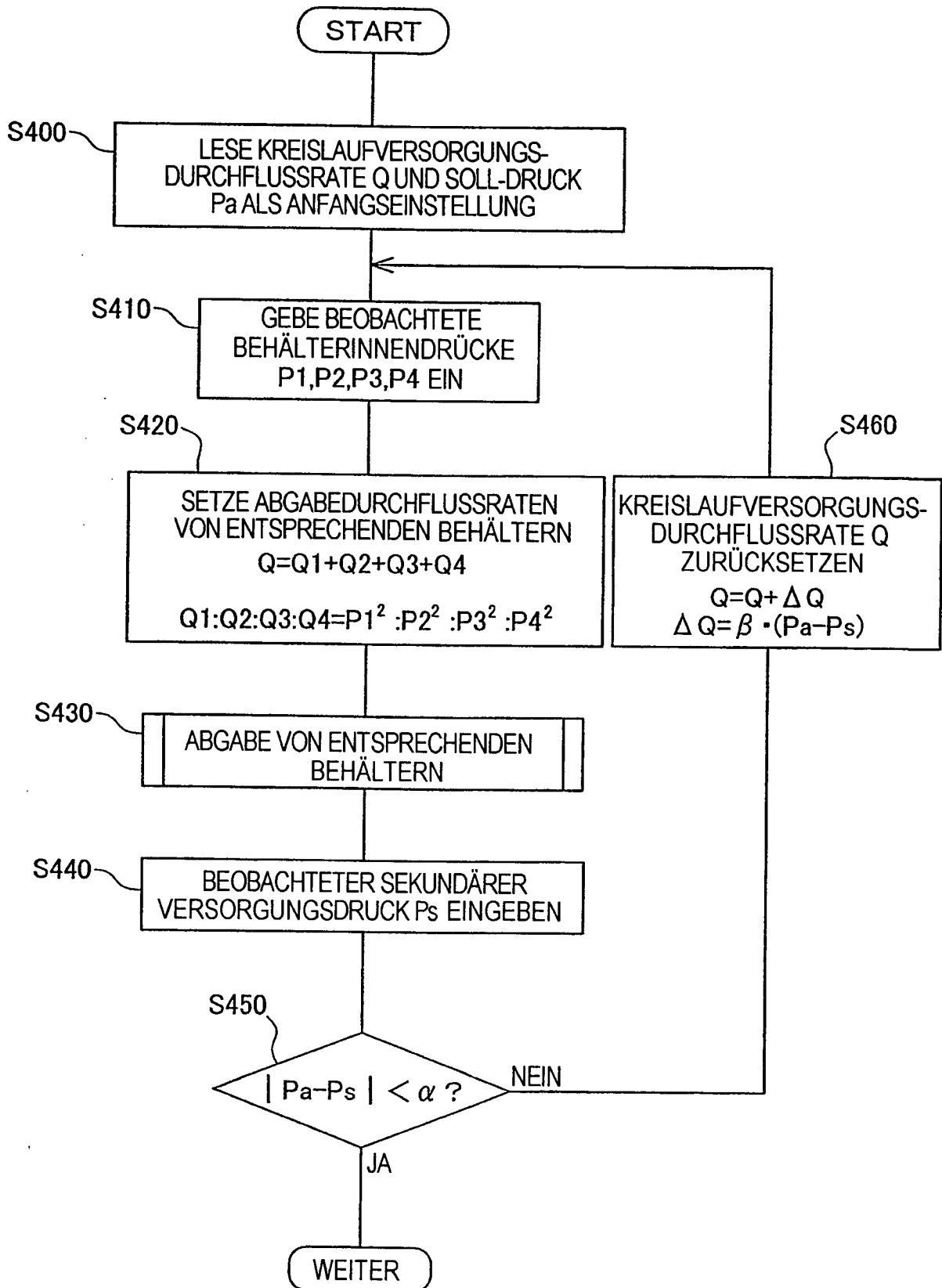


Fig.5

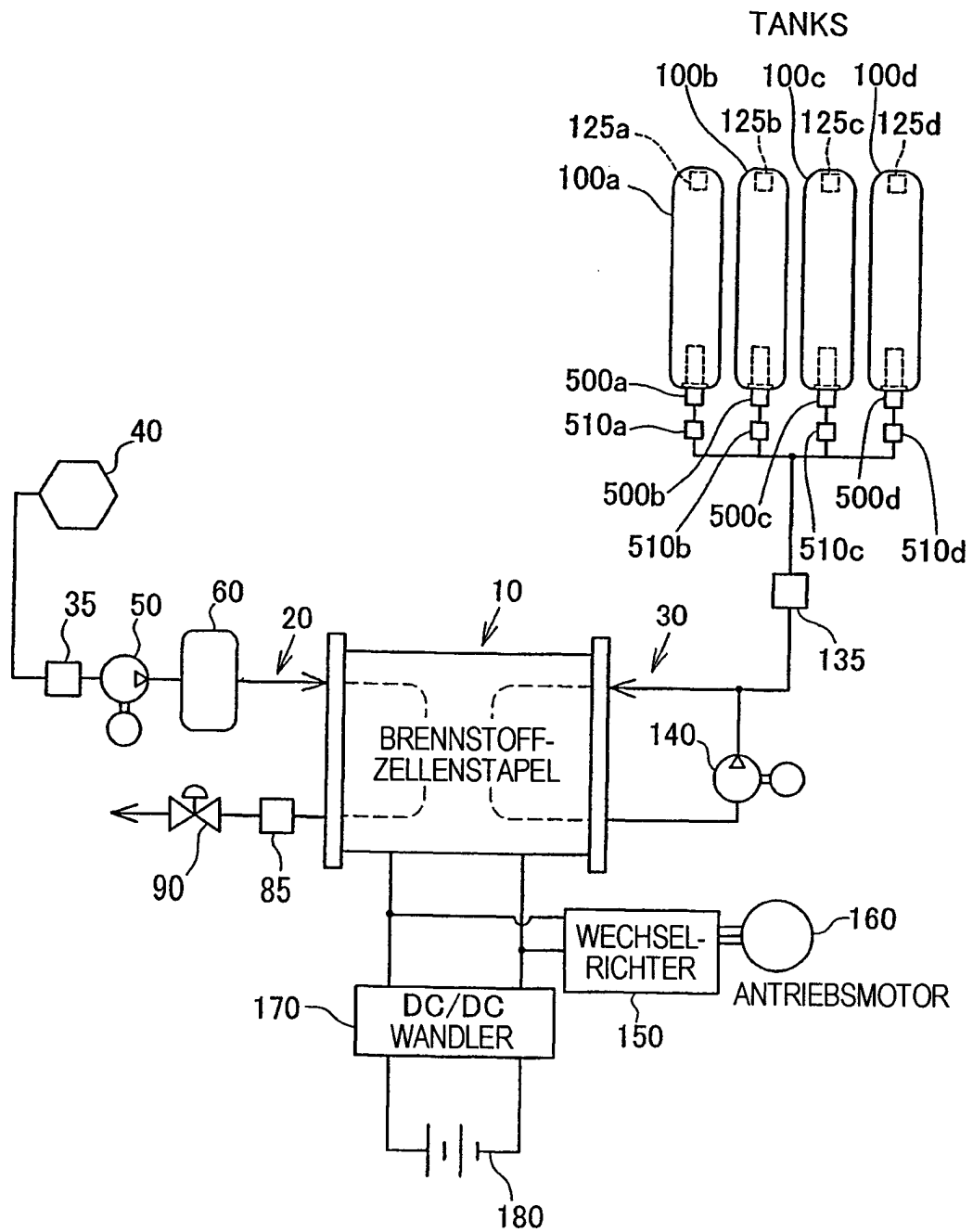


Fig.6

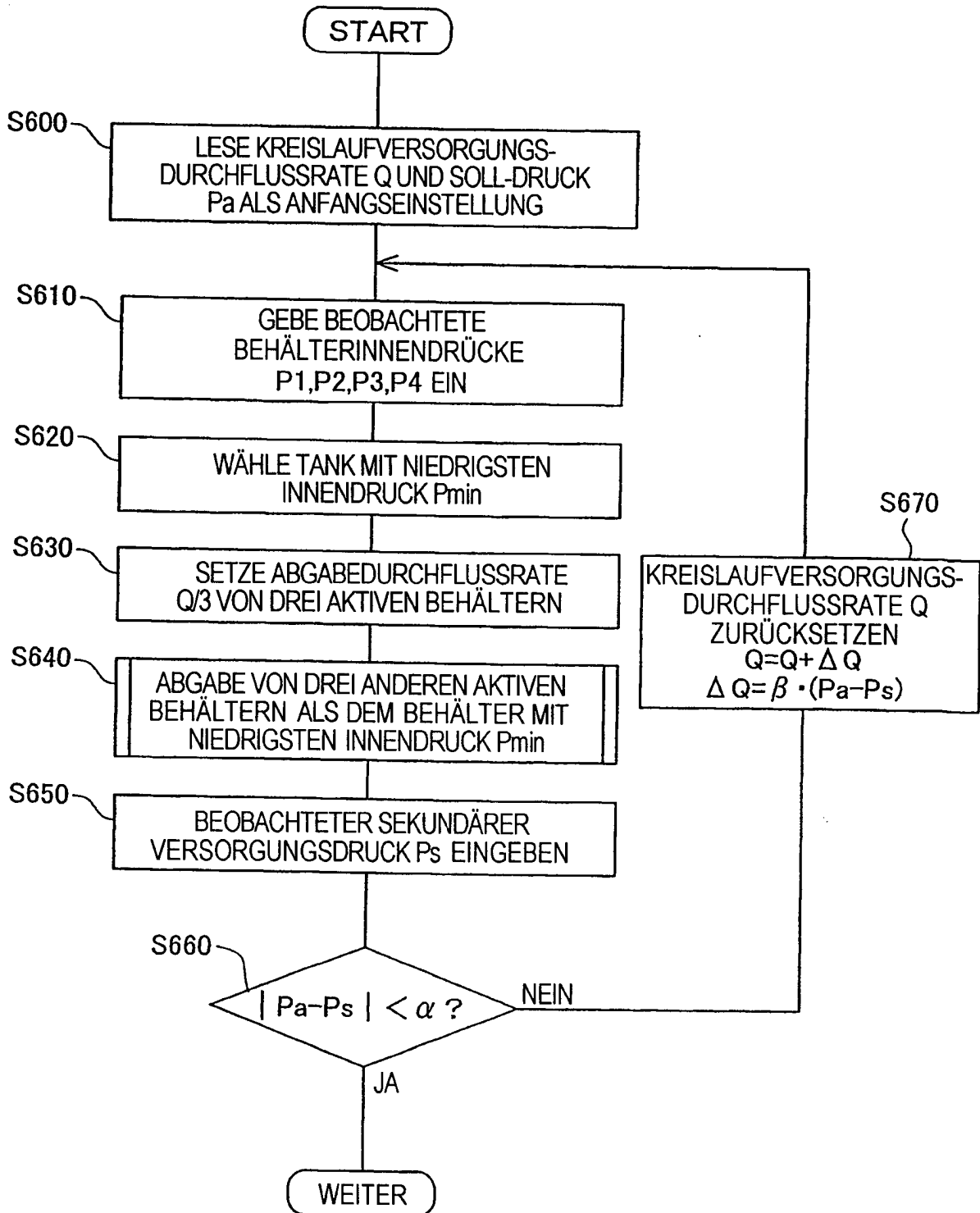


Fig.7

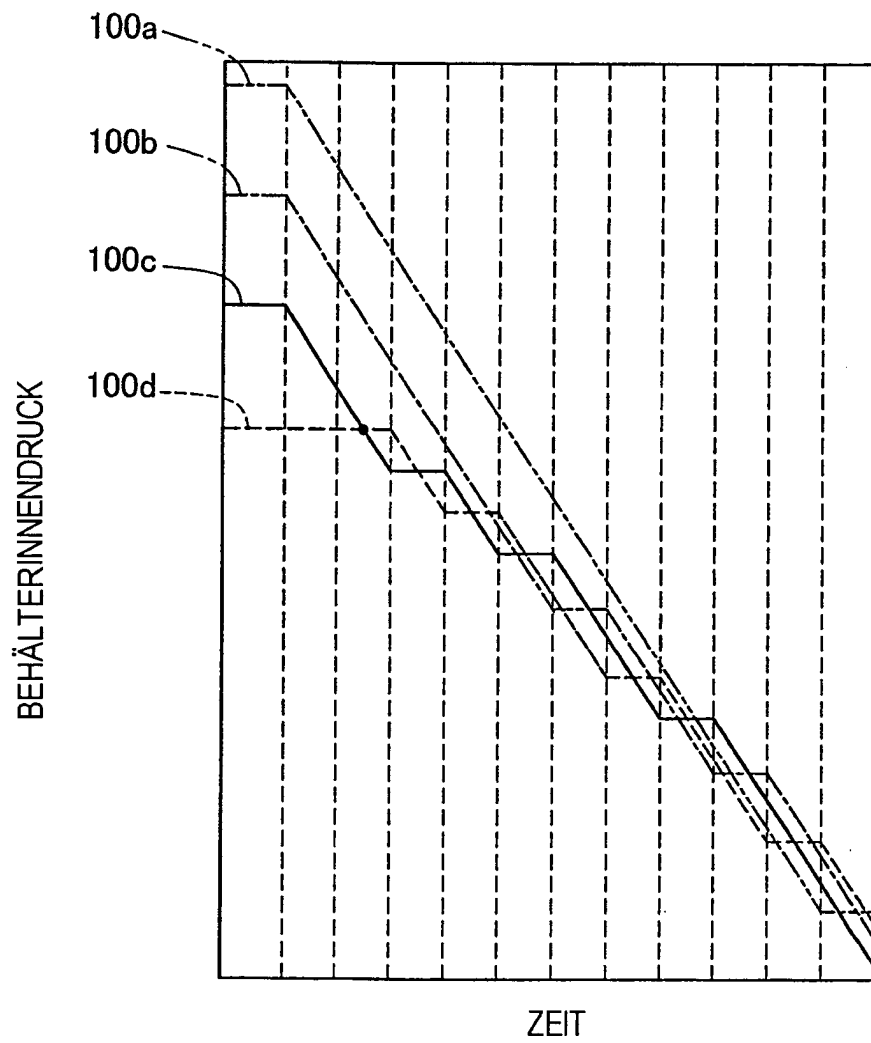


Fig.8

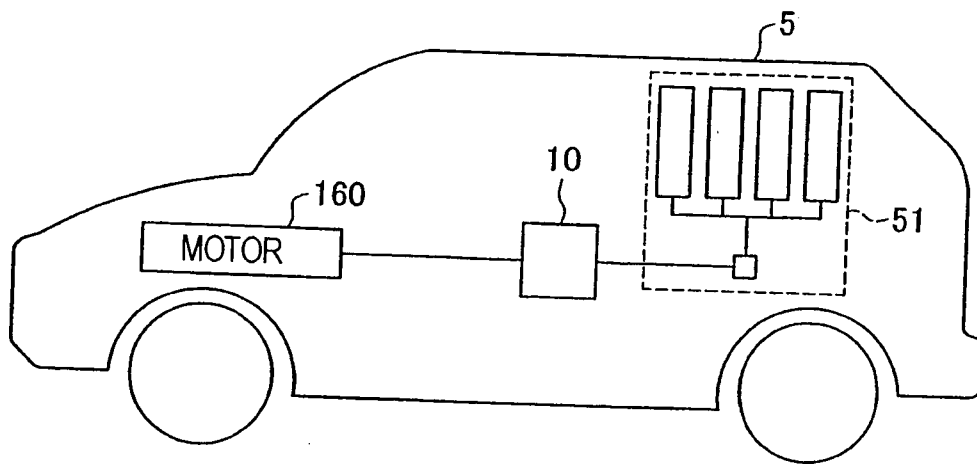


Fig.9

