



(10) **DE 10 2015 117 289 B4** 2023.11.23

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 117 289.5**
(22) Anmeldetag: **09.10.2015**
(43) Offenlegungstag: **21.04.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.11.2023**

(51) Int Cl.: **H01M 8/04746** (2016.01)
H01M 8/04119 (2016.01)
H01M 8/04223 (2016.01)
H01M 8/04492 (2016.01)

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

(30) Unionspriorität:
2014-211328 **16.10.2014** **JP**

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

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

(72) Erfinder:
**Matsubara, Yasuo, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Umayahara, Kenji, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

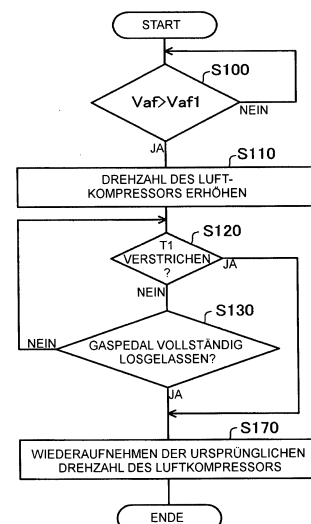
(56) Ermittelter Stand der Technik:

JP **2007- 141 475** **A**
JP **2006- 40 718** **A**

(54) Bezeichnung: **Brennstoffzellensystem**

(57) Hauptanspruch: Brennstoffzellensystem, aufweisend:
eine Brennstoffzelle (100), die mittels einer Reaktion von Brenngas und Luft Strom erzeugt;
einen Luftkompressor (320), der die Brennstoffzelle (100) mit Luft versorgt;
einen Controller (110), der den Betrieb der Brennstoffzelle (100) und des Luftkompressors (320) steuert; und
ein Abgassystemelement (400), über das Abgas und produziertes Wasser aus der Brennstoffzelle (100) ausgetragen werden,
wobei der Controller (110), wenn eine erste Bedingung erfüllt ist, bei der ein Luftdurchsatz der von dem Luftkompressor (320) zur Brennstoffzelle (100) zugeführten Luft größer ist als ein erster Luftdurchsatz, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich einem zweiten Luftdurchsatz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100), und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen, wobei der Controller (110) eine Restmenge an produziertem Wasser schätzt, die eine Summe einer Wassermenge in der Brennstoffzelle (100) und einer Wassermenge im Abgassystemelement (400) ist, die erste Bedingung ferner umfasst, dass ein Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als ein erster Wert, und
der Controller (110), wenn die erste Bedingung erfüllt ist, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurch-

satz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100), und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem.

[0002] Die offengelegte japanische Patentanmeldung JP 2008- 235 203 A offenbart ein Brennstoffzellensystem, das das von einer Brennstoffzelle produzierte Wasser temporär in einem Tank speichert, ohne dass das Wasser das System verlässt, und einen Luftkompressor nutzt, um das gespeicherte Wasser an einem passenden Ort und zu passender Zeit auszutragen.

[0003] Da jedoch der Luftdurchsatz des Luftkompressors zur Wasseraustragung erhöht wird, steigt der Stromverbrauch. Dies bedeutet, dass der Brennstoffverbrauch der Brennstoffzelle ansteigt, und die Betriebslautstärke des Luftkompressors zunimmt. Obwohl das in der JP 2008- 235 203 A offenbarte System die Wasseraustragung im Freien vornimmt und nicht drinnen, wird eine Beziehung zwischen dem Betriebszustand und dem Brennstoffverbrauch der Brennstoffzelle oder einem Fahrzeug, an dem die Brennstoffzelle angebracht ist, und dem Luftdurchsatz des Luftkompressors nicht vollständig in Betracht gezogen. Brennstoffzellensysteme und damit ausgestattete Fahrzeuge sind ferner Gegenstand der JP 2006- 40 718 A sowie der JP 2007- 141 475 A.

KURZFASSUNG

[0004] Die vorliegende Erfindung dient dazu, zumindest einen Teil der oben genannten Aufgabe zu lösen und kann durch die nachstehenden Ausführungen erreicht werden.

[0005] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche geschaffen. Das Brennstoffzellensystem umfasst eine Brennstoffzelle, die mit Hilfe der Reaktion von Brenngas und Luft Leistung bzw. Strom erzeugt, einen Luftkompressor, der ausgestaltet ist, um die Brennstoffzelle mit Luft zu versorgen, einen Controller, der den Betrieb der Brennstoffzelle und des Luftkompressors steuert sowie ein Abgassystemelement, das zur Austragung von Abgas und produziertem Wasser aus der Brennstoffzelle ausgestaltet ist.

[0006] Wenn eine erste Bedingung erfüllt ist, bei der ein Luftdurchsatz, mit dem der Brennstoffzelle Luft zugeführt wird, größer ist als ein erster Luftdurchsatz, erhöht der Controller die Drehzahl des Luftkompressors, um der Brennstoffzelle Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als ein zweiter Luftdurchsatz ist, der größer als der erste Luftdurch-

satz ist, und um Wasser aus der Brennstoffzelle auszutragen. Bei der Brennstoffzelle gemäß diesem Aspekt wird, wenn der Luftdurchsatz über dem ersten Luftdurchsatz liegt, die Drehzahl des Luftkompressors erhöht, um die Brennstoffzelle mit zusätzlicher Luft zu versorgen. Das hat zur Folge, dass beispielsweise in einem Fall, bei dem der Luftdurchsatz, der der Brennstoffzelle zugeführt wird, um Wasser aus der Brennstoffzelle auszutragen, dem zweiten Luftdurchsatz entspricht oder darüber liegt, der Luftdurchsatz der zusätzlich zugeführten Luft geringer sein kann als im Fall, bei dem die Drehzahl des Luftkompressors erhöht wird, wenn der Luftdurchsatz mit dem der Brennstoffzelle zusätzliche Luft zugeführt wird, nicht über dem ersten Luftdurchsatz liegt. Demzufolge lässt sich Teil des Brennstoffverbrauchs, der nicht unmittelbar zur Fortbewegung eines Fahrzeugs dient, reduzieren, was den gesamten Brennstoffverbrauch senkt.

[0007] Der Controller schätzt bzw. ermittelt in einem ersten Aspekt eine Restmenge an produziertem Wasser, die eine Summe einer in der Brennstoffzelle vorhandenen Wassermenge und einer in dem Abgassystemelement vorhandenen Wassermenge ist. Die erste Bedingung umfasst ferner, dass ein Schätzwert der Restmenge an produziertem Abwasser größer ist als ein erster Wert. Wenn die erste Bedingung erfüllt ist, erhöht der Controller die Drehzahl des Luftkompressors, um der Brennstoffzelle Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle, und um Wasser aus der Brennstoffzelle auszutragen. Da das Wasser nur ausgetragen wird, wenn die Restmenge an produziertem Wasser zu groß ist, wird gemäß diesem Aspekt die Drehzahl des Luftkompressors nicht erhöht, wenn nur eine geringe Wassermenge vorhanden ist. Dies resultiert in geringerem Brennstoffverbrauch durch den Luftkompressor, was den gesamten Brennstoffverbrauch senkt.

[0008] Bei dem Brennstoffzellensystem gemäß diesem Aspekt kann, wenn eine zweite Bedingung erfüllt ist, bei der der Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der erste Wert, und die von der Brennstoffzelle geforderte Stromerzeugung über einer ersten Stromerzeugung liegt, die Drehzahl des Luftkompressors von dem Controller erhöht werden, unabhängig davon, ob die erste Bedingung erfüllt ist oder nicht, um der Brennstoffzelle Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz ist, und um Wasser aus der Brennstoffzelle auszutragen. Wenn die von der Brennstoffzelle geforderte Stromerzeugung größer ist als die erste Stromerzeugung, ist die für die Stromerzeugung benötigte Luftmenge ebenso hoch. Dies hat zur Folge, dass die zusätzlich benötigte Luftmenge zur Wasseraustragung geringer ist, was einen Teil des Brennstoffver-

brauchs, der nicht direkt zur Fortbewegung des Fahrzeugs dient, senkt.

[0009] Bei dem Brennstoffzellensystem gemäß diesem Aspekt kann der Controller unabhängig davon, ob die erste Bedingung erfüllt ist, die Drehzahl des Luftkompressors erhöhen, wenn der Schätzwert für die Restmenge an produziertem Wasser größer ist als ein zweiter Wert, der größer ist als der erste Wert, um der Brennstoffzelle Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz ist, und um Wasser aus der Brennstoffzelle auszutragen. Wenn der Schätzwert für die Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der zweite Wert, der größer ist als der erste Wert, kann das Wasser zu einer Überflutung etc. führen, was einen großen Einfluss auf die Stromerzeugung hat. Deshalb ist es in diesem Fall vorzuziehen, das Wasser auszutragen, unabhängig davon, ob die erste Bedingung erfüllt ist, das heißt, unabhängig davon, ob dies zu einem höheren Brennstoffverbrauch führt.

[0010] Bei dem Brennstoffzellensystem gemäß diesem Aspekt kann der Controller die Drehzahl des Luftkompressors beibehalten, wenn der Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der erste Wert und der Luftdurchsatz des Luftkompressors nicht größer ist als der erste Luftdurchsatz, sofern die Drehzahl des Luftkompressors nicht aufgrund einer anderen Bedingung erhöht werden muss. Da der Controller die Drehzahl des Luftkompressors beibehält, sofern keine andere Bedingung eine Erhöhung der Drehzahl des Luftkompressors erfordert, kann der Brennstoffverbrauch aufrechterhalten werden, wenn die erste Bedingung nicht erfüllt ist.

[0011] Der Controller schätzt bzw. ermittelt in einem zweiten Aspekt eine Wassermenge in der Brennstoffzelle oder eine Wassermenge in dem Abgassystemelement. Die erste Bedingung kann ferner umfassen, dass ein Schätzwert der Wassermenge in der Brennstoffzelle, oder ein Schätzwert der Wassermenge in dem Abgassystemelement größer ist als ein erster Wert ist. Wenn die erste Bedingung erfüllt ist, kann der Controller die Drehzahl des Luftkompressors erhöhen, um der Brennstoffzelle Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle, und um Wasser aus der Brennstoffzelle auszutragen. Dementsprechend kann die Wasseraustragung auch dann vorgenommen werden, wenn sich Wasser entweder nur in der Brennstoffzelle oder nur in dem Abgassystemelement befindet.

[0012] Bei dem Brennstoffzellensystem gemäß diesem Aspekt kann das Brennstoffzellensystem an einem Fahrzeug angebracht sein. Der Controller

kann darüber hinaus bestimmen, dass die erste Bedingung erfüllt ist, wenn die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs größer ist als eine erste Geschwindigkeit. Wenn die Drehzahl des Luftkompressors erhöht wird, nimmt auch die Betriebslautstärke des Luftkompressors zu. Jedoch sind die Wind- und Fahrbahngeräusche bei schneller Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs ebenso auf einem hohen Niveau. Der Controller bestimmt also, dass die erste Bedingung bei einer hohen oder schnellen Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs (z.B. höher als die erste Geschwindigkeit) erfüllt ist, zusätzlich zur oben beschriebenen Bedingung. Ist diese Bedingung erfüllt, ist der Einfluss, der mit der erhöhten Betriebslautstärke des Luftkompressors verbunden wird, geringer, da die Betriebslautstärke des Luftkompressors durch die Wind- und Fahrbahngeräusche überdeckt wird, selbst wenn die Betriebslautstärke des Luftkompressors etc. aufgrund der erhöhten Drehzahl Betriebes des Luftkompressors ansteigt.

[0013] Es gilt zu beachten, dass die vorliegende Erfindung auch auf verschiedene andere Art und Weise als vorstehend beschriebenen ausgeführt werden kann. So kann die vorliegende Erfindung nicht nur durch das beschriebene Brennstoffzellensystem ausgeführt werden, sondern auch in einem mit einer Brennstoffzelle ausgestatteten Fahrzeug oder als Verfahren zum Steuern der Brennstoffzelle.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0014] Die vorliegende Offenbarung wird mit beispielhaftem nicht einschränkendem Charakter mit Bezug auf die beigefügten Abbildungen beschrieben, bei denen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen, und bei denen:

Fig. 1 eine Abbildung ist, die ein mit einer Brennstoffzelle ausgestattetes Fahrzeug darstellt;

Fig. 2 eine Abbildung ist, die das Brennstoffzellensystem des Fahrzeugs darstellt;

Fig. 3 eine Abbildung ist, die ein Flussschaubild einer Steuerung zur Wasseraustragung in einer ersten Ausführungsform darstellt;

Fig. 4 eine Abbildung ist, die die Auswirkungen der ersten Ausführungsform darstellt;

Fig. 5 eine Abbildung ist, die ein Flussschaubild einer Steuerung zur Wasseraustragung in einem Brennstoffzellensystem in einer zweiten Ausführungsform darstellt;

Fig. 6 eine Abbildung ist, die eine erste Abwandlung der aktuellen Erfindung zeigt; und

Fig. 7 eine Abbildung ist, die eine zweite Abwandlung der aktuellen Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Erste Ausführungsform

[0015] Fig. 1 ist eine Abbildung, die ein mit einer Brennstoffzelle ausgestattetes Fahrzeug zeigt. Ein Fahrzeug 10 ist ausgestattet mit einer Brennstoffzelle 100, einem Controller 110, der auch als elektronischer Controller (ECU) bezeichnet wird, einem Leistungsanforderungsdetektor 120, einer Sekundärbatterie 130, einem Verteilungsregler 140, einem Antriebsmotor 150, einer Antriebswelle 160, einem Differenzial 170 und Laufrädern 180.

[0016] Die Brennstoffzelle 100 ist ein Generator, der mit Hilfe einer elektrochemischen Reaktion zwischen Brenngas und Oxidationsgas elektrischen Strom bzw. elektrische Leistung erzeugt. Der Controller 110 steuert die Strom- bzw. Leistungsabgabe der Brennstoffzelle 100 und der Sekundärbatterie 130, die sich nach einem von dem Leistungsanforderungsdetektor 120 ermittelten Leistungsanforderungswert richtet. Der Leistungsanforderungsdetektor 120 erfasst die Niederdruckbetrag eines Gaspedals (nicht abgebildet) durch einen Fahrer und ermittelt die Leistungsanforderung des Fahrers anhand des Niederdruckbetrags des Gaspedals. Der Controller 110 berechnet die geforderte Stromerzeugung anhand der Leistungsanforderung. Die geforderte Stromerzeugung ist die von der Brennstoffzelle 100 zu liefernde Energie. Bei der Sekundärbatterie 130 kann es sich beispielsweise um einen Nickel-Metallhydrid-(NiMH)-Akkumulator oder einen Lithium-Ionen-Akkumulator handeln. Die Sekundärbatterie 130 kann beispielsweise durch Strom aus der Brennstoffzelle 100 geladen werden und/oder durch zurückgewonnenen Strom, der durch die Rückgewinnung von kinetischer Energie des Fahrzeugs 10 beim Abbremsen des Fahrzeugs 10 unter Verwendung des Antriebsmotors 150 entsteht. Der Verteilungsregler 140 steuert die von der Brennstoffzelle 100 abgerufene Stromerzeugung zu dem Antriebsmotor 150 und die von der Sekundärbatterie 130 abgerufene Stromerzeugung zu dem Antriebsmotor 150 entsprechend auf eine Anweisung des Controllers 110. Wenn das Fahrzeug 10 abbremst, speist der Verteilungsregler 140 entsprechend auf eine Anweisung vom Controller 110 den vom Antriebsmotor 150 zurückgewonnenen Strom in die Sekundärbatterie 130. Der Antriebsmotor 150 funktioniert als elektrischer Motor, der entsprechend auf die Versorgung mit elektrischer Leistung zum Bewegen oder Fahren des Fahrzeugs 10 dient. Der Antriebsmotor 150 funktioniert als Generator, der die kinetische Energie des Fahrzeugs 10 beim Abbremsen des Fahrzeugs 10 zur Stromerzeugung zurückgewinnt. Die Antriebswelle 160 ist eine rotierende Welle, die die Antriebskraft des Antriebsmotors 150 auf das Differenzial 170 überträgt. Das Dif-

ferenzial 170 überträgt die Antriebskraft wiederum auf die linken und rechten Hinterräder 180.

[0017] Fig. 2 ist eine Abbildung, die das Brennstoffzellensystem des Fahrzeugs 10 darstellt. Das Fahrzeug 10 hat neben der Brennstoffzelle 100 einen Brenngasversorgungskreislauf 200, einen Oxidationsgasversorgungskreislauf 300, einen Abgaskreislauf 400 und einen Kühlkreislauf 500.

[0018] Der Brenngasversorgungskreislauf 200 hat einen Brenngastank 210, eine Brenngasversorgungsleitung 220, ein Brenngasabgasrohr 230, eine Brenngasrückführungsleitung 240, ein Hauptsperrentil 250, einen Regler 260, einen Gas-Flüssigkeits-Abscheider 280 und eine Wasserstoffpumpe 290. Im Brenngastank 210 wird das Brenngas gespeichert. In dieser Ausführungsform wird Wasserstoffgas als Brenngas verwendet. Der Brenngastank 210 ist durch die Brenngasversorgungsleitung 220 mit der Brennstoffzelle 100 verbunden. Das Hauptsperrentil 250 und der Regler 260 sind mit der vom Brenngastank 210 abgehenden Brenngasversorgungsleitung 220 verbunden. Das Hauptsperrentil 250 ermöglicht und stoppt die Zufuhr von Brenngas vom Brenngastank 210. Der Regler 260 sorgt für die Druckanpassung des der Brennstoffzelle 100 zugeführten Brenngases auf ein vorgegebenes Druckniveau.

[0019] Das Brenngasabgasrohr 230 wird zum Ausstragen von Abgas aus der Brennstoffzelle 100 verwendet. Die Brenngasrückführungsleitung 240 ist an einem Ende mit dem Brenngasabgasrohr 230 verbunden und am anderen mit der Brenngasversorgungsleitung 220. Der Gas-Flüssigkeits-Abscheider 280 befindet sich zwischen dem Brenngasabgasrohr 230 und der Brenngasrückführungsleitung 240. Das Brenngasabgas enthält Wasserstoff, der während der elektrochemischen Reaktion nicht verbraucht wurde, Stickstoff aus einer Kathode und Wasser, das bei der elektrochemischen Reaktion entsteht. Der Gas-Flüssigkeits-Abscheider 280 trennt das im Brenngasabgas enthaltene Wasser von den gasförmigen Stoffen (z.B. dem Wasserstoffgas und dem Stickstoffgas) ab. Die Wasserstoffpumpe 290 ist in der Brenngasrückführungsleitung 240 angeordnet. Das Brennstoffzellensystem führt das Brenngasabgas der Brennstoffzelle 100 über die Brenngasrückführungsleitung 240 zu und nutzt die Brenngasrückführungsleitung 240 und die Wasserstoffpumpe 290, um den im Abgas enthaltenen Wasserstoff zur Stromerzeugung wiederzuverwenden.

[0020] Der Oxidationsgasversorgungskreislauf 300 hat einen Luftreiniger 310, einen Luftkompressor 320, eine Oxidationsgasversorgungsleitung 330, einen Atmosphärendrucksensor 350, einen Umgebungstemperatursensor 360, einen Luftmengen- bzw. Luftdurchsatzmesser 370, einen Zufuhr gastem-

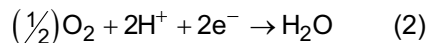
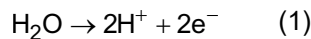
peratursensor 380 und einen Zufuhrgasdrucksensor 390. Die Brennstoffzelle 100 dieser Ausführungsform verwendet Luft (d.h. den in der Luft enthaltenen Sauerstoff) als Oxidationsgas. Der Luftreiniger 310 entfernt beim Ansaugen der Luft den in der Luft enthaltenen Staub. Der Luftkompressor 320 verdichtet die vom Luftreiniger 310 angesaugte Luft und pumpt die verdichtete Luft über die Oxidationsgasversorgungsleitung 330 zur Brennstoffzelle 100. Der Atmosphärendrucksensor 350 misst den atmosphärischen Druck. Der Umgebungstemperatursensor 360 misst die Lufttemperatur vor der Ansaugung der Luft in den Luftkompressor 320. Der Luftdurchsatzmesser 370 misst den Luftdurchsatz der vom Luftkompressor 320 angesaugten Luft. Der Luftdurchsatz entspricht annähernd der Luftmenge, die der Brennstoffzelle 100 zugeführt wird. Es gilt zu beachten, dass der Luftdurchsatz je nach Drehzahl des Luftkompressors 320 variiert. Der Gastemperatursensor 380 misst die Temperatur der Luft, die der Brennstoffzelle 100 zugeführt wird, und der Gasdrucksensor 390 misst den Druck der Luft, die der Brennstoffzelle 100 zugeführt wird.

[0021] Der Abgaskreislauf 400 hat ein Abgasrohr 410, ein Rückschlagventil 420, eine Brenngasabflussleitung 430, ein Auslass- und Ablassventil 440, eine Oxidationsgasumgehungsleitung 450 und ein Dreiwegeventil 460. Der Abgaskreislauf 400 entspricht dem Abgassystemelement, das in den Ansprüchen genannt wird. Das Abgasrohr 410 leitet Oxidationsabgas (auch als „Abgas“ bezeichnet) aus der Brennstoffzelle 100 ab. Das Rückschlagventil 420 ist in dem Abgasrohr 410 angeordnet. Das Rückschlagventil 420 reguliert den Luftdruck in der Brennstoffzelle 100. Die Brenngasabflussleitung 430 verbindet den Gas-Flüssigkeits-Abscheider 280 mit dem Abgasrohr 410. Das Auslass- und Ablassventil 440 ist in der Brenngasabflussleitung 430 angeordnet. Der Controller 110 (**Fig. 1**) sorgt dafür, dass sich das Auslass- und Ablassventil 440 öffnet, wenn die Stickstoffkonzentration des Abgases sich erhöht oder wenn sich die Wassermenge im Gas-Flüssigkeits-Abscheider 280 erhöht, um Wasser und Gas (hauptsächlich Stickstoff) auszutragen. Wasserstoff wird zu diesem Zeitpunkt ebenso ausgetragen. In dieser Ausführungsform ist die Brenngasabflussleitung 430 mit dem Abgasrohr 410 verbunden, so dass der im ausgetragenen Gas enthaltene Stickstoff durch das Oxidationsabgas verdünnt wird. Die Oxidationsgasumgehungsleitung 450 verbindet die Oxidationsgasversorgungsleitung 330 mit dem Abgasrohr 410. Das Dreiwegeventil 460 ist in dem Verbindungsstück zwischen der Oxidationsgasumgehungsleitung 450 und der Oxidationsgasversorgungsleitung 330 angeordnet.

[0022] Der Kühlkreislauf 500 hat eine Kühlwasserversorgungsleitung 510, eine Kühlwasserabflussleitung 515, eine Kühlerleitung 520, eine Wasserpumpe

525, einen Kühler 530, eine Umgehungsleitung 540 und ein Dreiwegeventil 545. Die Kühlwasserversorgungsleitung 510 ist eine Leitung, durch die der Brennstoffzelle 100 Kühlwasser zugeführt wird, und die Wasserpumpe 525 ist an die Kühlwasserversorgungsleitung 510 angeschlossen. Durch die Kühlwasserabflussleitung 515 wird Kühlwasser aus der Brennstoffzelle 100 abgeleitet. Ein stromabwärtiger Abschnitt der Kühlwasserabflussleitung 515 ist durch das Dreiwegeventil 545 mit der Kühlerleitung 520 und der Umgehungsleitung 540 verbunden. Der Kühler 530 ist an die Kühlerleitung 520 angeschlossen. Der Kühler 530 hat einen Kühlerlüfter 535. Der Kühlerlüfter 535 belüftet den Kühler 530, um die Wärmeverteilung vom Kühler 530 zu fördern. Ein stromabwärtiger Abschnitt der Kühlerleitung 520 und ein stromabwärtiger Abschnitt Umgehungsleitung 540 sind mit der Kühlwasserversorgungsleitung 510 verbunden. Das Kühlwasser wird der Brennstoffzelle 100 über die Wasserpumpe 525 durch die Kühlwasserversorgungsleitung 510 zugeführt, um die Brennstoffzelle 100 zu kühlen. Das Kühlwasser erwärmt sich durch die von der Brennstoffzelle 100 abgegebene Wärme. Das Kühlwasser wird dann über die Kühlwasserabflussleitung 515 dem Kühler 530 zur erneuten Kühlung zugeführt.

[0023] Die Brennstoffzelle 100 erzeugt durch die Reaktion von Wasserstoff und in Luft enthaltenem Sauerstoff elektrischen Strom. Die Reaktionen an der Anode und Kathode stellen sich wie folgt dar:



[0024] Wie die Gleichung (2) zeigt, entsteht auf Seite der Kathode Wasser. Wenn sich zu viel Wasser in der Brennstoffzelle 100 sammelt, kommt es zu einer Überflutung, wodurch die Stromerzeugungsleistung der Brennstoffzelle 100 beeinträchtigt werden kann. Wenn sich zu viel Wasser im Abgaskreislauf 400 (dem Abgassystemelement) befindet, so wird das gesamte produzierte Wasser außerdem auf einmal durch einen Luftstoß abgeleitet, wodurch eine große Wassermenge auf ein rückwärtig befindliches Objekt (z.B. ein hinter dem zu Fahrzeug 10 befindliches Fahrzeug) treffen kann. Aus diesem Grund wird, sobald sich mehr Wasser als eine vorgegebene Menge in der Brennstoffzelle 100 befindet, ein Prozess ausgeführt, um die Drehzahl der Luftkompressors 320 zu erhöhen, um die zugeführte Luftmenge zu erhöhen, damit das angesammelte Wasser durch einen Luftstoß abgeleitet werden kann. Dabei wird, falls die Drehzahl des Luftkompressors 320 über eine nötige Drehzahl im Normalbetrieb erhöht wird, mehr Strom verbraucht, was den gesamten Brennstoffverbrauch erhöht. Daher ist es vorzuziehen, dass überschüssiges Wasser aus der

Brennstoffzelle ausgetragen wird, ohne dass sich der Brennstoffverbrauch erhöht.

[0025] Fig. 3 ist eine Abbildung, die ein Flusschaubild einer Steuerung zur Wasseraustragung in einer ersten Ausführungsform darstellt. Bei Schritt S100 bestimmt der Controller 110, ob ein Luftdurchsatz Vaf der Luft zur Brennstoffzelle 100 einer ersten Bedingung entspricht, bei der der Luftdurchsatz Vaf größer als ein erster Luftdurchsatz Vaf1 ($Vaf > Vaf1$) ist und wartet, bis die erste Bedingung erfüllt ist (Schritt S100: Nein). Der Luftdurchsatz Vaf der Luft zur Brennstoffzelle 100 kann mit Hilfe des Luftdurchsatzmessers 370 gemessen werden. Wenn die erste Bedingung erfüllt ist (Schritt S100: Ja), geht der Controller 110 zu Schritt S110 über, bei dem die Drehzahl des Luftkompressors 320 erhöht wird, damit die Luft mit einem Durchsatz zur Brennstoffzelle 100 geliefert wird, der größer als oder gleich einem zweiten Luftdurchsatz Vaf2 ist. Bei Schritt S120 bestimmt der Controller 110, ob eine vorgegebene Austragungszeit T1 abgelaufen ist. Wenn die vorgegebene Austragungszeit abgelaufen ist (Schritt S120: Ja), geht der Controller 110 zu Schritt S170 über, bei dem die Standarddrehzahl des Luftkompressors 320 wie vor der Wasseraustragung wieder aufgenommen wird. Wenn die vorgegebene Austragungszeit T1 noch nicht abgelaufen ist (Schritt S120: Nein), geht der Controller 110 zu Schritt S130 über, bei dem bestimmt wird, ob der Fahrer das Gaspedal vollständig durchdrückt oder vollständig freigibt bzw. loslässt. Ist das Gaspedal vollständig losgelassen (Schritt S130: Ja), geht der Controller 110 zu Schritt S170 über, bei dem die Standarddrehzahl des Luftkompressors 320 wie vor der Wasseraustragung wieder aufgenommen wird. Wenn das Gaspedal nicht vollständig losgelassen ist (Schritt S130: Nein), geht der Controller 110 zu Schritt S120 über. Es gilt zu beachten, dass die von der Brennstoffzelle 100 geforderte Stromerzeugung sinkt, wenn das Gaspedal vollständig freigegeben ist. Aus diesem Grund kann der Controller 110 andere Drehzahlen für den Luftkompressor 320 verwenden, welche den Luftdurchsatz auf einem Niveau halten können, bei dem die von der Brennstoffzelle 100 geforderte Stromerzeugung erzeugt werden kann.

[0026] Fig. 4 ist eine Abbildung, die die Auswirkungen der ersten Ausführungsform darstellt. In einem Vergleichsbeispiel wird die Wasseraustragung bei einem Luftdurchsatz VA2, der für die Stromerzeugung zur Fortbewegung des Fahrzeugs 10 benötigt wird, ausgeführt. Der Luftdurchsatz VA2 ist geringer als der erste Luftdurchsatz Vaf1. Um Wasser aus der Brennstoffzelle 100 auszutragen, muss der Luftdurchsatz auf dem Niveau des Luftdurchsatzes Vaf2 liegen. Um also das Wasser aus der Brennstoffzelle 100 und dem Abgaskreislauf 400 auszutragen, führt der Controller 110 der Brennstoffzelle 100 Brenngas mit einem Brennstoffverbrauch X2 zu, um

die Brennstoffzelle 100 zu veranlassen, die geforderte Strommenge zu erzeugen, um die Drehzahl des Luftkompressors 320 zu erhöhen. Wenn die Drehzahl des Luftkompressors 320 erhöht wird, wird der Brennstoffzelle 100 Luft mit einem Luftdurchsatz VB2 ($= Vaf2 - VA2$) als zusätzliche Luftmenge zugeführt. Da der zusätzliche Brennstoffverbrauch X2 der Brennstoffmenge entspricht, die zum Betrieb des Luftkompressors 320 während der Wasseraustragung benötigt wird, jedoch nicht zur Fortbewegung des Fahrzeugs 10 dient, erhöht sich der Gesamtverbrauch des Fahrzeugs, wenn der Brennstoffverbrauch X2 zu hoch ist. Es gilt zu beachten, dass der Brennstoffverbrauch ein Index ist, der durch eine benötigte Brennstoffmenge für eine bestimmte Streckeneinheit dargestellt ist, oder auch durch eine mit einer bestimmten Brennstoffmenge zurückgelegte Streckenlänge dargestellt ist.

[0027] Gemäß der ersten Ausführungsform findet die Wasseraustragung statt, wenn eine Bedingung erfüllt ist, bei der ein Luftdurchsatz VA1, der zur Erzeugung der Leistung zur Fortbewegung des Fahrzeugs 10 benötigt wird, größer ist als ein Luftdurchsatz VA2, der im Vergleichsbeispiel als benötigter Luftdurchsatz zur Fortbewegung des Fahrzeugs 10 angegeben ist. Daher ist der Luftdurchsatz VB1, der der Brennstoffzelle 100 zusätzlich zugeführt werden muss, um das Wasser aus der Brennstoffzelle 100 auszutragen um ΔV ($VB2 - VB1$) geringer als der Luftdurchsatz VB2 des Vergleichsbeispiels. Das heißt, die Drehzahlerhöhung des Luftkompressors 320, die für die zusätzliche Luftzufuhr nötig ist, wird in der ersten Ausführungsform unterdrückt, und der erhöhte Brennstoffverbrauch X1, der durch die Drehzahlerhöhung des Luftkompressors 320 entsteht (erhöhter Verbrauch, um Strom für den Luftkompressor 320 zu erzeugen), ist um $(X2 - X1)$ geringer als der Brennstoffverbrauch im Vergleichsbeispiel. Dadurch kann der gesamte Brennstoffverbrauch des Fahrzeugs gegenüber dem Verbrauch im Vergleichsbeispiel gesenkt werden.

Zweite Ausführungsform

[0028] Fig. 5 ist eine Abbildung, die ein Flusschaubild einer Steuerung zur Wasseraustragung in einer zweiten Ausführungsform darstellt. Bei Schritt S105 bestimmt der Controller 110, ob eine erste Bedingung Bedingungen erfüllt ist, welche die folgenden zwei Bedingungen umfassterfüllt ist:

- a) Ein Schätzwert Vw einer Restmenge an produziertem Wasser, der die Summe eines Schätzwerts Vw1 einer in der Brennstoffzelle 100 vorhandenen Wassermenge und eines Schätzwerts Vw2 einer im Abgaskreislauf 400 vorhandenen Wassermenge ist, ist größer als ein erster Wert Vwt1 (d.h. $Vw > Vwt1$) und

b) Ein Luftdurchsatz Vaf zur Brennstoffzelle 100 ist größer als ein erster Luftdurchsatz Vaf1 (d.h. $Vaf > Vaf1$)

[0029] Der Schätzwert Vw1 der in der Brennstoffzelle 100 vorhandenen Wassermenge kann anhand einer durch die Stromerzeugung in der Brennstoffzelle 100 entstehenden Wassermenge, einer während einem Normalbetrieb der Brennstoffzelle 100 abgeleiteten Wassermenge und einer durch den letzten Luftstoß aus der Brennstoffzelle 100 abgeleiteten Wassermenge ermittelt werden. Da die durch die Stromerzeugung in der Brennstoffzelle 100 entstehende Wassermenge proportional zu der Stromerzeugung der Brennstoffzelle 100 ist, kann die Wassermenge leicht anhand der Stromerzeugung errechnet werden. Der Schätzwert Vw1 der Wassermenge in der Brennstoffzelle 100 kann anhand einer Methode, die in der offengelegten japanischen Patentanmeldung JP 2011-090886 A offenbart ist, deren Inhalte hierin Ihrer Gesamtheit durch Bezugnahme aufgenommen sind, ermittelt werden. Der Schätzwert Vw2 der Wassermenge im Abgaskreislauf 400 kann anhand der aus der Brennstoffzelle 100 abgeleiteten Wassermenge, einer aus dem Abgaskreislauf 400 im Normalbetrieb abgeleiteten Wassermenge und einer durch den letzten Luftstoß aus dem Abgaskreislauf 400 abgeleiteten Wassermenge ermittelt werden. Der Luftdurchsatz Vaf zur Brennstoffzelle 100 kann mit Hilfe des Luftdurchsatzmessers 370 bestimmt werden.

[0030] Bei Schritt S105 geht der Controller 110, wenn die zwei oben beschriebenen Bedingungen erfüllt sind (Schritt S105: Ja), zu Schritt S110 über, bei dem die Drehzahl des Luftkompressors 320 erhöht wird, um der Brennstoffzelle 100 Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz Vaf2 ist. Es gilt zu beachten, dass der Controller 110 die Drehzahl des Luftkompressors 320 (oder den Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle 100) entsprechend des Schätzwerts Vw der Restmenge an produziertem Wasser bestimmt. Da die Abläufe bei den Schritten S120, S130 und S 170 denen in der ersten Ausführungsform entsprechen, werden Erläuterungen hierzu in dieser Ausführungsform ausgelassen.

[0031] Bei Schritt S105 geht der Controller 110, wenn eine oder beide der oben genannten Bedingungen nicht erfüllt sind (Schritt S105: Nein), zu Schritt S140 über, bei dem der Controller 110 bestimmt, ob der Schätzwert Vw der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als ein zweiter Wert Vwt2. Der zweite Wert Vwt2 ist größer als der erste Wert Vwt1. Bei Schritt S 140 geht der Controller 110, wenn der Schätzwert Vw der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der zweite Wert Vwt2 (d.h. $Vw > Vwt2$) (Schritt S140: Ja), zu Schritt S150 über in dem die Drehzahl des Luftkompressors 320

erhöht wird, so dass Luft mit einem Durchsatz, der größer oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz Vaf2 ist zur Brennstoffzelle 100 geleitet wird. Es gilt zu beachten, dass bei Schritt S140, wenn ($Vw > Vwt2$) zutrifft, ebenso ($Vw > Vwt1$) bei Schritt S105 zutrifft, davon ausgegangen werden kann, dass der Luftdurchsatz Vaf kleiner ist als der erste Luftdurchsatz Vaf1 und Wasser sich auf eine Art ansammelt, dass die Wasseraustragung in Schritt S110 nicht ausgeführt werden kann.

[0032] Bei Schritt S160 bestimmt der Controller 110, ob eine vorgegebene Austragungszeit T2 abgelaufen ist. Die Austragungszeit T2 entspricht einer längeren Zeitspanne als die Austragungszeit T1. Es gilt zu beachten, dass die Austragungszeit T2 bei Schritt S160 der Austragungszeit T1 bei Schritt S120 entsprechen kann, und dass die Drehzahl des Luftkompressors 320 bei Schritt S150 höher als die Drehzahl des Luftkompressors 320 bei Schritt S110 sein kann. Der Controller 110 wartet bis die vorgegebene Austragungszeit T2 vertrieben ist (Schritt S160: Nein), und wenn die vorgegebene Austragungszeit T2 abgelaufen ist (Schritt S160: Ja), geht der Controller 110 zu Schritt S170 über, bei dem die Drehzahl des Luftkompressors 320 entsprechend der Standarddrehzahl vor der Wasseraustragung wieder aufgenommen wird.

[0033] Bei Schritt S140 geht der Controller 110 zu Schritt S105 über, sofern der Schätzwert Vw der Restmenge an produziertem Wasser nicht größer ist als der zweite Schätzwert Vwt2 ($Vw \leq Vwt2$) (Schritt S140: Nein). In diesem Fall behält der Controller 110 die Drehzahl des Luftkompressors 320 bei, es sei denn, dass die Drehzahl des Luftkompressors 320 aufgrund anderer Zustände erhöht werden muss, beispielsweise wenn das Gaspedal vom Fahrer betätigt wird.

[0034] Gemäß der zweiten Ausführungsform, erhöht der Controller 110, wenn der Schätzwert Vw der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der erste Wert Vwt1 ist und der Luftdurchsatz Vaf des Luftkompressors 320 größer ist als der erste Luftdurchsatz Vaf1 ist, wie oben beschrieben die Drehzahl des Luftkompressors 320, um der Brennstoffzelle 100 Luft mit dem zweiten Luftdurchsatz Vaf2 zuzuführen, der größer ist als der erste Luftdurchsatz Vaf1, und um Wasser aus der Brennstoffzelle 100 und dem Abgaskreislauf 400 auszutragen. Daher kann, ähnlich wie in der ersten Ausführungsform, die Luftmenge ΔV , die der Brennstoffzelle 100 zusätzlich zugeführt werden muss, geringer sein, und der Brennstoffverbrauch kann geringer sein als in dem Fall, bei dem das Wasser in der Brennstoffzelle 100 und dem Abgaskreislauf 400 nur abgeleitet wird, wenn der Luftdurchsatz Vaf des Luftkompressors 320 nicht größer ist als der erste Luftdurchsatz Vaf1.

Abwandlungen

[0035] Fig. 6 ist eine Abbildung, die eine erste Abwandlung der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Abwandlung beinhaltet zusätzlich zu den Schritten im Ablaufdiagramm der zweiten Ausführungsform, wie in Fig. 5 dargestellt, den Schritt S107. Wenn bei Schritt S105 die erste Bedingung nicht erfüllt ist, bestimmt der Controller 110, ob die folgende zweite Bedingung bei Schritt S107 erfüllt ist:

- a) Der Schätzwert V_w der Restmenge an produziertem Wasser ist größer als der erste Wert V_{wt1} ($V_w > V_{wt1}$) und
- c) Die von der Brennstoffzelle 100 geforderte Stromerzeugung (Pr) ist größer als eine erste Stromerzeugung (Pr_1).

[0036] Wie oben beschrieben ist, kann der Controller 110 die von der Brennstoffzelle 100 geforderte Stromerzeugung (die geforderte Strommenge) anhand des Niederdruckbetrags des Gaspedals des Fahrzeugs errechnen. Wenn die zweite Bedingung erfüllt ist, geht der Controller 110 zu Schritt S110 über, wohingegen, wenn die zweite Bedingung nicht erfüllt ist, der Controller 110 zu Schritt S140 übergeht. Die nachfolgenden Schritte entsprechen den Abläufen bei der zweiten Ausführungsform. Wenn die geforderte Strommenge steigt, erhöht sich die Stromerzeugung der Brennstoffzelle 100, wodurch sich auch der Luftdurchsatz erhöht, damit die geforderte Strommenge erzeugt werden kann. Daher kann, da der Durchsatz der Luft bzw. Luftdurchsatz, der zusätzlich zu dem Luftdurchsatz, der für die Erzeugung der geforderten Strommenge zugeführt wird, gesenkt wird, auch der Brennstoffverbrauch gesenkt werden. Es gilt zu beachten, dass obwohl der Controller 110 bei dieser Abwandlung zu Schritt S107 übergeht, wenn die Bedingung in Schritt S105 nicht erfüllt ist, der Controller 110 den Schritt S107 ebenso ausführen kann, ohne den Schritt S105 ausgeführt zu haben. Das heißt, der Controller 110 bestimmt nicht, ob die erste Bedingung erfüllt ist, sondern bestimmt anhand der zweiten Bedingung, ob die Drehzahl des Luftkompressors 320 erhöht werden muss.

[0037] Fig. 7 ist eine Abbildung, die eine zweite Abwandlung der aktuellen Erfindung zeigt. Diese Abwandlung beinhaltet zusätzlich zu den Schritten im Ablaufdiagramm der zweiten Ausführungsform, wie in Fig. 5 dargestellt, den Schritt S108. Wenn bei Schritt S105 die erste Bedingung erfüllt ist, geht der Controller 110 zu Schritt S108 über. Bei Schritt S108 bestimmt der Controller, ob die folgende Bedingung erfüllt ist:

- d) Eine Fahrtgeschwindigkeit V_s des Fahrzeugs 10 ist größer als eine erste Fahrtgeschwindigkeit V_{s1} .

[0038] Die Fahrtgeschwindigkeit V_s des Fahrzeugs 10 kann anhand der Drehzahl der vom Antriebsmotor 150 angetriebenen Antriebswelle 160 errechnet werden. Wenn die Fahrtgeschwindigkeit V_s des Fahrzeugs 10 größer ist als die erste Fahrtgeschwindigkeit V_{s1} (Schritt S108: Ja), geht der Controller 110 zu Schritt S110 über, wohingegen, wenn dies nicht der Fall ist (Schritt S108: Nein), der Controller 110 zu Schritt S105 zurückkehrt. Wenn die Drehzahl des Luftkompressors 320 erhöht wird, so nimmt auch dessen Betriebslautstärke zu. Wenn jedoch die Fahrtgeschwindigkeit V_s des Fahrzeugs 10 größer ist als die erste Fahrtgeschwindigkeit V_{s1} , so sind die Wind- und Fahrbahngeräusche ebenso auf einem hohen Niveau, und die erhöhten Betriebslautstärke des Luftkompressors 320 werden durch die Wind- und Fahrbahngeräusche übertönt, so dass sie in der Fahrerkabine kaum wahrzunehmen ist. Aus diesem Grund ist die erste Bedingung in dieser Abwandlung so konfiguriert, dass sie dann als erfüllt gilt, wenn die Fahrtgeschwindigkeit V_s des Fahrzeugs 10 größer ist als die erste Fahrtgeschwindigkeit V_{s1} .

[0039] Bei der zweiten Ausführungsform und den oben beschriebenen Abwandlungen führt der Controller 110 die Bestimmungen einschließlich der Bestimmung, ob der Schätzwert V_w der Restmenge an produziertem Wasser als erste Bedingung größer ist als der erste Wert V_{wt1} , und die Bestimmungen einschließlich der Bestimmung, ob der Schätzwert V_w der Restmenge an produziertem Wasser als zweite Bedingung größer ist als der zweite Schätzwert V_{wt2} , aus. Der Controller 110 kann als erste Bedingung auch bestimmen, ob mindestens der erste Schätzwert V_{w1} der Restmenge an produziertem Wasser in der Brennstoffzelle 100 und/oder der zweite Schätzwert V_{w2} der Wassermenge im Abgaskreislauf 400 größer ist als ein dritter Wert V_{wt3} . Es gilt zu beachten, dass der dritte Wert V_{wt3} kleiner sein kann als der erste Wert V_{wt1} . In diesem Fall kann, falls zu viel Wasser in der Brennstoffzelle 100 oder im Abgaskreislauf 400 enthalten ist, dieses durch einen Luftstoß ausgetragen werden. Des Weiteren kann der Controller 100 die vorhandene Wassermenge als erste Bedingung nur anhand des Schätzwerts V_{w1} der Wassermenge in der Brennstoffzelle 100 bestimmen, oder anhand des zweiten Schätzwerts V_{w2} der Wassermenge im Abgaskreislauf 400. Wenn die Bestimmung der Wassermenge nur anhand des Schätzwerts V_{w1} der Wassermenge in der Brennstoffzelle 100 stattfindet, so kann verhindert werden, dass die Stromerzeugung der Brennstoffzelle 100 bei Überflutung sinkt. Wenn die Bestimmung nur anhand des Schätzwerts V_{w2} der Wassermenge im Abgaskreislauf 400 (dem Abgassystemelement) erfolgt, so kann verhindert werden, dass eine große Wassermenge auf rückwärtig befindliche Objekte (z.B. ein sich hinter Fahrzeug 10 befindliches Fahrzeug) gespritzt wird.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem, aufweisend:
 eine Brennstoffzelle (100), die vermittelt einer Reaktion von Brenngas und Luft Strom erzeugt;
 einen Luftkompressor (320), der die Brennstoffzelle (100) mit Luft versorgt;
 einen Controller (110), der den Betrieb der Brennstoffzelle (100) und des Luftkompressors (320) steuert; und
 ein Abgassystemelement (400), über das Abgas und produziertes Wasser aus der Brennstoffzelle (100) ausgetragen werden,
 wobei der Controller (110), wenn eine erste Bedingung erfüllt ist, bei der ein Luftdurchsatz der von dem Luftkompressor (320) zur Brennstoffzelle (100) zugeführten Luft größer ist als ein erster Luftdurchsatz, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich einem zweiten Luftdurchsatz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100), und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen,
 wobei der Controller (110) eine Restmenge an produziertem Wasser schätzt, die eine Summe einer Wassermenge in der Brennstoffzelle (100) und einer Wassermenge im Abgassystemelement (400) ist,
 die erste Bedingung ferner umfasst, dass ein Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als ein erster Wert, und
 der Controller (110), wenn die erste Bedingung erfüllt ist, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100), und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen.

2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei wenn eine zweite Bedingung erfüllt ist, bei der der Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der erste Wert und eine von der Brennstoffzelle (100) geforderte Stromerzeugung größer ist als eine erste Stromerzeugung, der Controller (110) unabhängig davon, ob die erste Bedingung erfüllt ist, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100) ist, und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen.

3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei, wenn der Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als ein zweiter Wert, der größer ist als der erste Wert, der Controller (110) unabhängig davon, ob die erste Bedingung

erfüllt ist, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz ist, und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen.

4. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei, wenn der Schätzwert der Restmenge an produziertem Wasser größer ist als der erste Wert und der Luftdurchsatz des Luftkompressors (320) nicht größer ist als der erste Luftdurchsatz, der Controller (110) die Drehzahl des Luftkompressors (320) beibehält sofern die Drehzahl des Luftkompressors (320) nicht aufgrund anderer Bedingungen erhöht werden muss.

5. Brennstoffzellensystem, aufweisend:
 eine Brennstoffzelle (100), die vermittelt einer Reaktion von Brenngas und Luft Strom erzeugt;
 einen Luftkompressor (320), der die Brennstoffzelle (100) mit Luft versorgt;
 einen Controller (110), der den Betrieb der Brennstoffzelle (100) und des Luftkompressors (320) steuert; und
 ein Abgassystemelement (400), über das Abgas und produziertes Wasser aus der Brennstoffzelle (100) ausgetragen werden,
 wobei der Controller (110), wenn eine erste Bedingung erfüllt ist, bei der ein Luftdurchsatz der von dem Luftkompressor (320) zur Brennstoffzelle (100) zugeführten Luft größer ist als ein erster Luftdurchsatz, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich einem zweiten Luftdurchsatz ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100), und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen,
 wobei der Controller (110) eine Menge an Wasser in der Brennstoffzelle (100) oder eine Menge an Wasser in dem Abgassystemelement (400) schätzt,
 die erste Bedingung ferner umfasst, dass ein Schätzwert für die Wassermenge in der Brennstoffzelle (100) oder ein Schätzwert für die Wassermenge in dem Abgassystemelement (400) größer ist als ein erster Wert, und
 der Controller (110), wenn die erste Bedingung erfüllt ist, die Drehzahl des Luftkompressors (320) erhöht, um der Brennstoffzelle (100) Luft mit einem Luftdurchsatz zuzuführen, der größer als oder gleich dem zweiten Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100) ist, der größer ist als der erste Luftdurchsatz zur Brennstoffzelle (100), und um Wasser aus der Brennstoffzelle (100) auszutragen.

6. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Brennstoffzellensystem an einem Fahrzeug (10) angebracht ist, und

der Controller (110) bestimmt, dass die erste Bedingung erfüllt ist, wenn die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs (10) größer ist als eine erste Geschwindigkeit.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

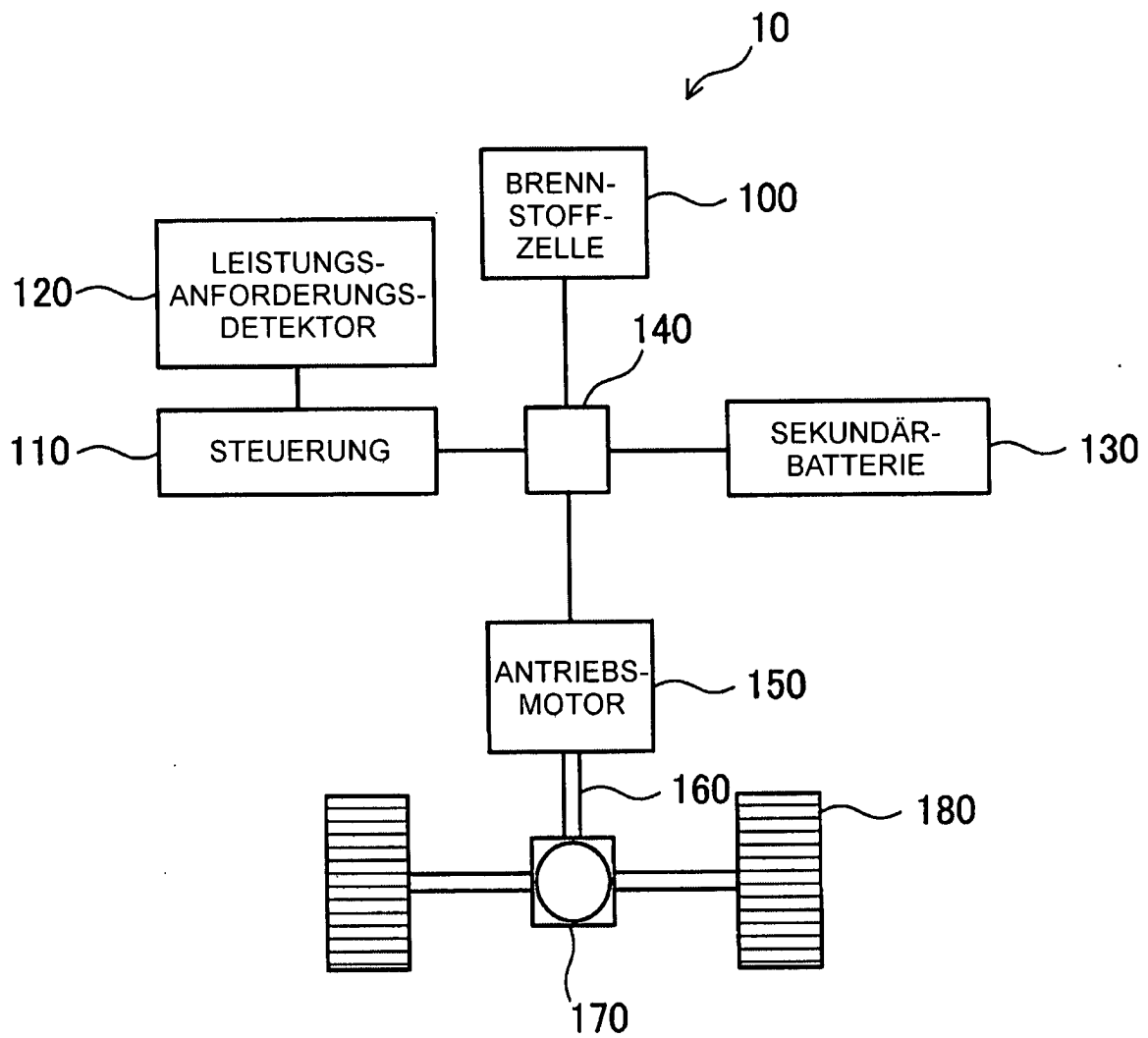


Fig.2

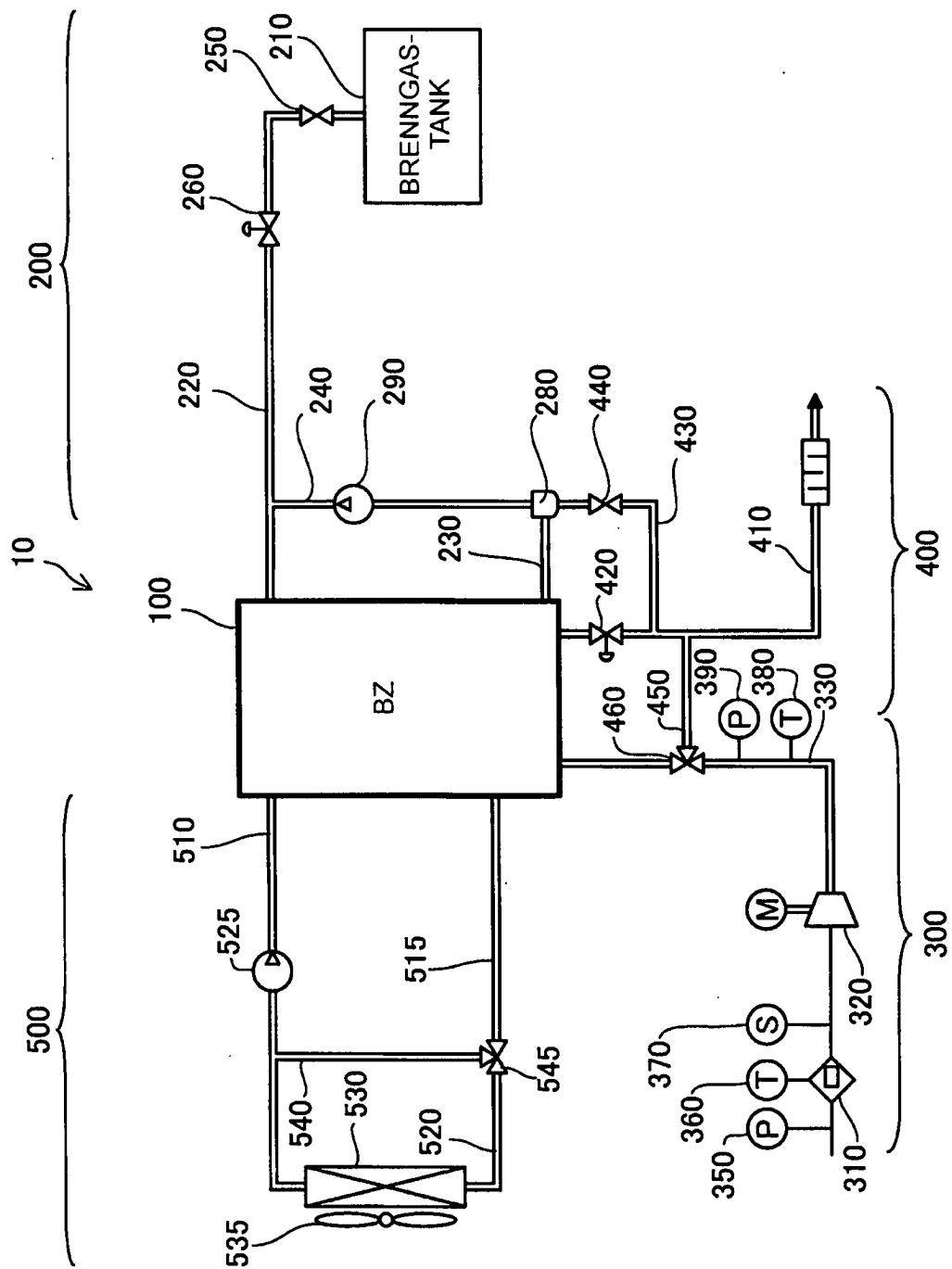


Fig.3

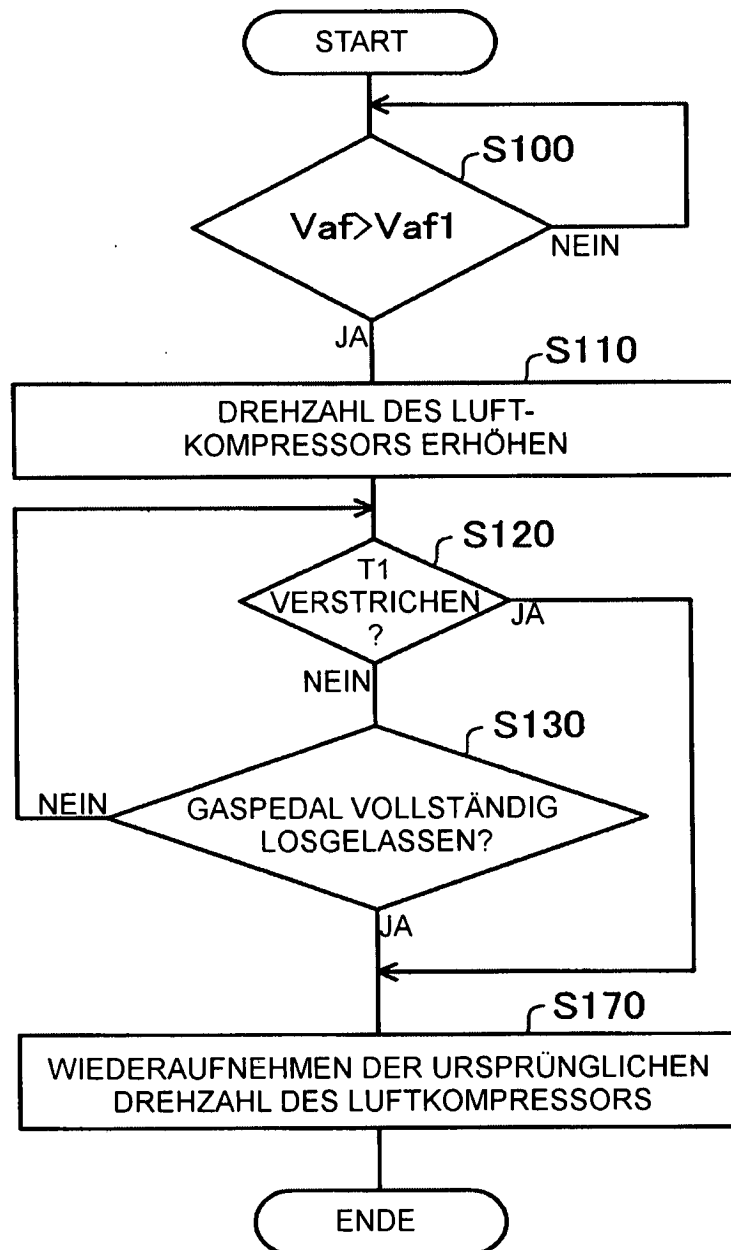


Fig.4

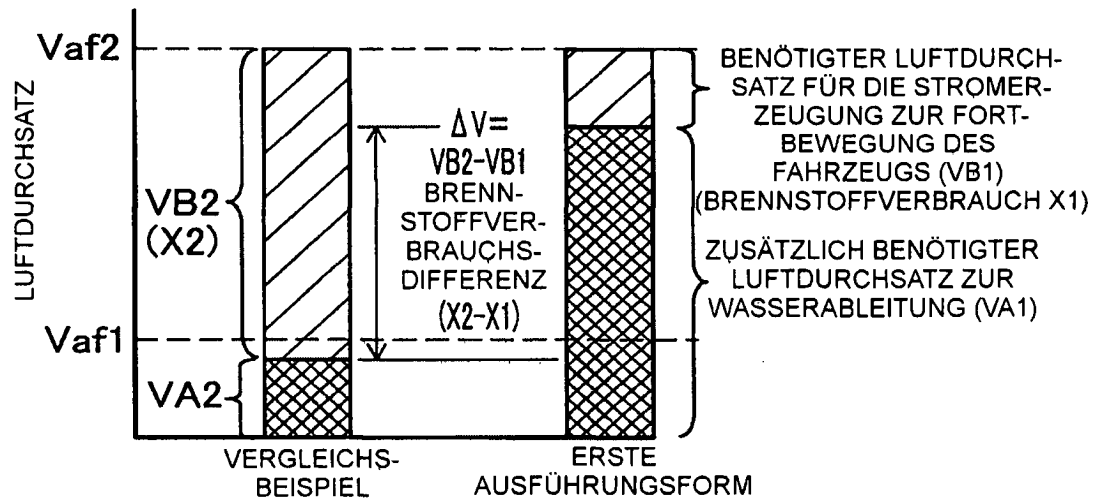


Fig.5

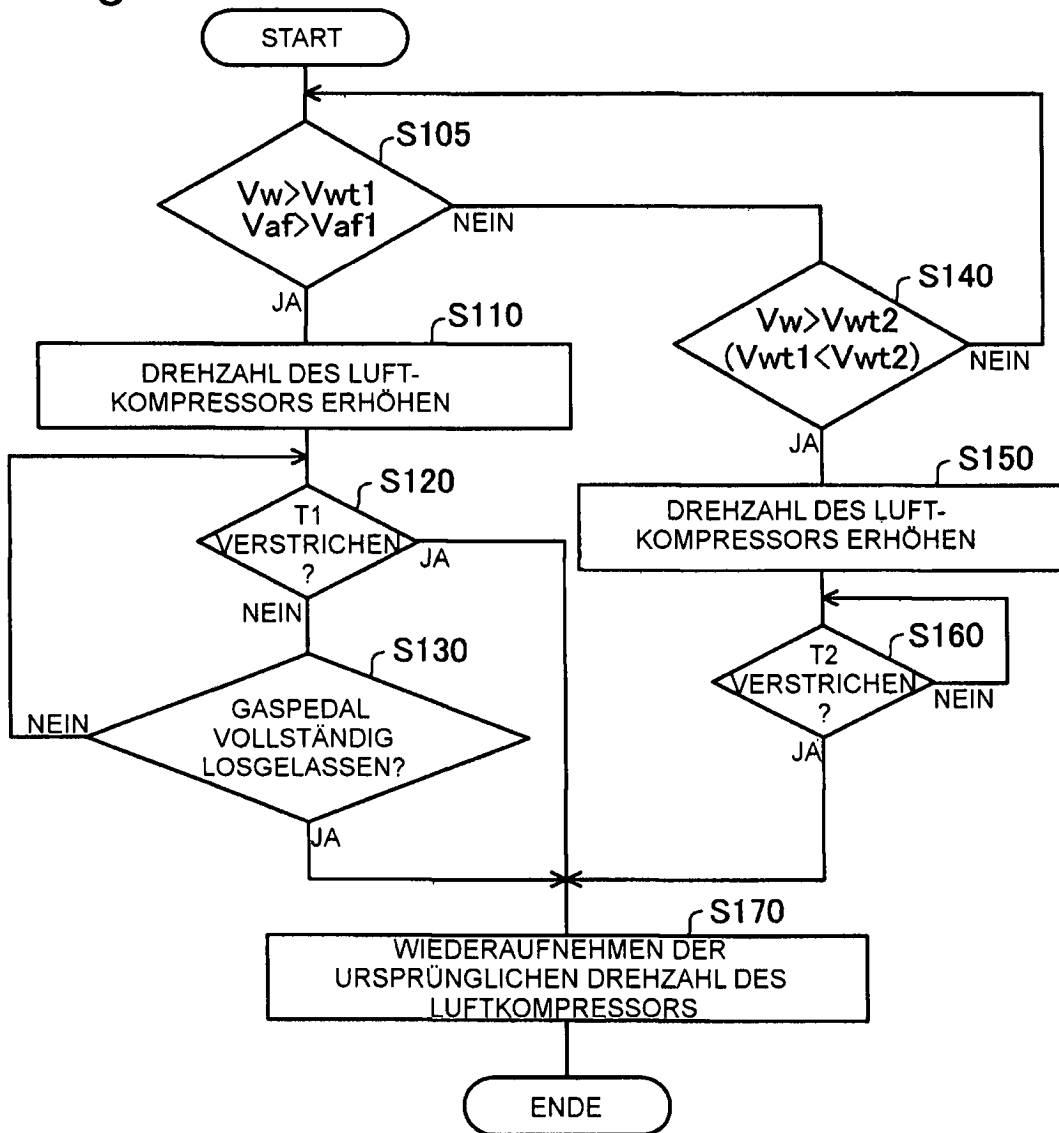


Fig.6

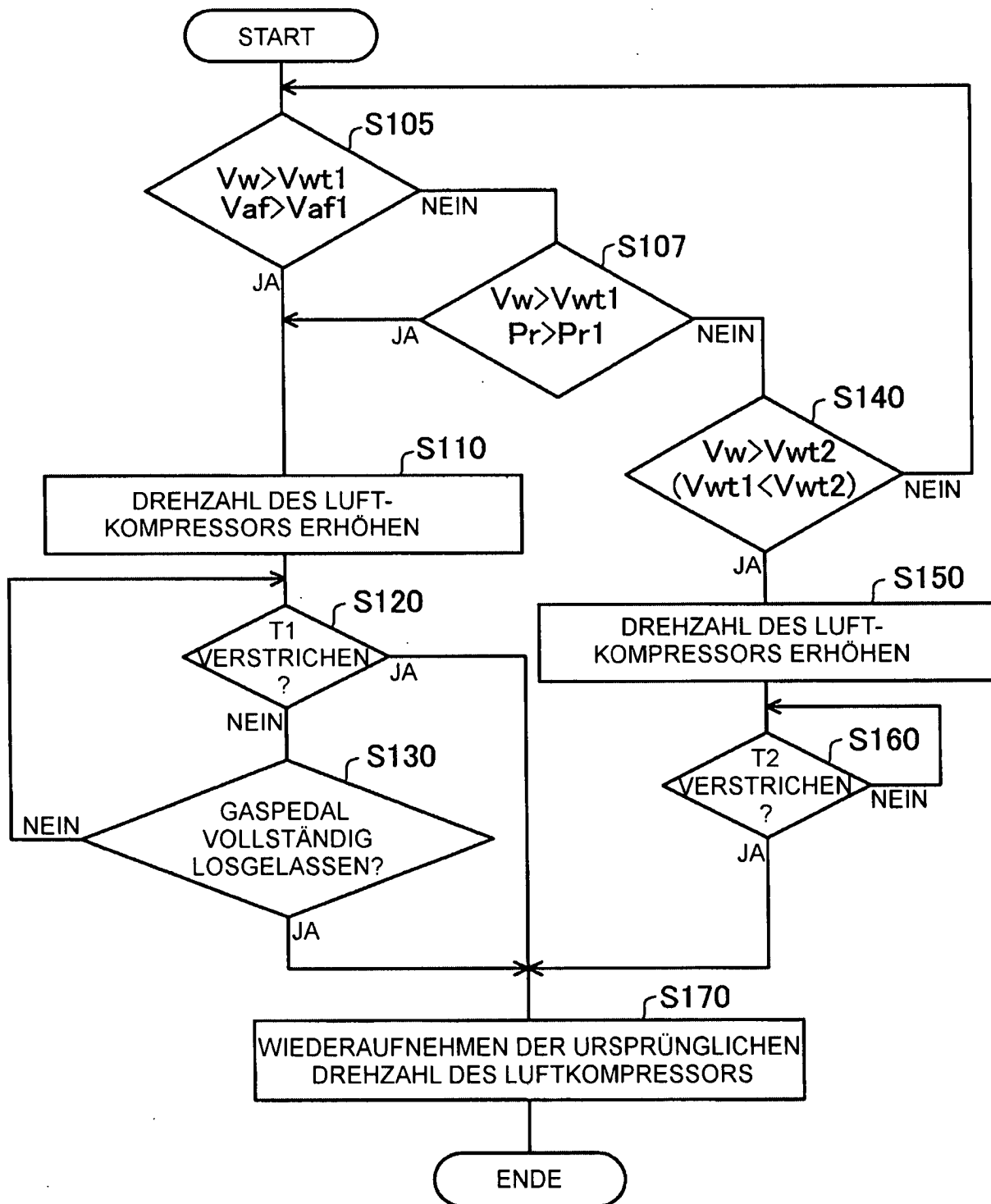


Fig.7

