

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. September 2009 (24.09.2009)(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/115243 A1**(51) Internationale Patentklassifikation:  
**H01M 8/04** (2006.01)      **H01M 6/00** (2006.01)wigsburg (DE). **BÖGERSHAUSEN, Clemens** [DE/DE]; Rosenweg 3, 73773 Aichwald (DE). **SUNDARESAN, Meenakshi** [US/DE]; Silcherstrasse 31, 73230 Kirchheim unter Teck (DE). **SCHULZE, Herbert** [DE/DE]; Falbenhennenstrasse 6/1, 70180 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/001837

(74) Anwalt: **DAIMLER AG**; Intellectual Property and Technology Management, GR/VI-H512, 70546 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. März 2009 (13.03.2009)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 10 2008 015 344.3 20. März 2008 (20.03.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WALZ, Hans-Frieder** [DE/DE]; Panoramastrasse 3, 73337 Bad Überkingen (DE). **MICHELS, Horst** [DE/DE]; Breslauer Strasse 21, 34212 Melsungen (DE). **BACHINGER, Patrick** [DE/DE]; Brückenweg 14, 73344 Grubingen (DE). **SCHÜTZ, Jörg** [DE/DE]; Vorhofstrasse 5, 71640 Lud-*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: CONTROL METHOD FOR A FUEL CELL SYSTEM AND FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung: KONTROLLVERFAHREN FÜR EIN BRENNSTOFFZELLENSYSTEM UND BRENNSTOFFZELLEN-SYSTEM

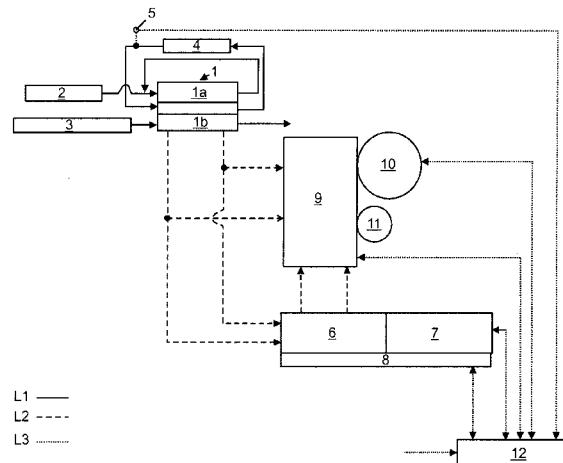


Fig. 1

(57) Abstract: The invention is based on the object of providing a control method for a fuel cell system, or a correspondingly configured fuel cell system, which has an improved strategy for controlling the fuel cell system in the idle state. For this purpose, a control method for a fuel cell system is proposed for the energy supply of a load, wherein the fuel cell system is configured for converting a fuel using an oxidant, wherein the fuel cell system can be switched between an idle state and an operating state, wherein the energy supply of the load largely or completely occurs by an energy storage unit (7), and wherein the fuel and/or the oxidant is actively moved in the fuel cell system in the idle state.

(57) Zusammenfassung:

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

Veröffentlicht:

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Kontrollverfahren für ein Brennstoff Zeilensystem bzw. ein entsprechend ausgeführtes Brennstoffzellensystem vorzuschlagen, welches eine verbesserte Strategie zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems im Ruhezustand aufweist. Hierzu wird ein Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem zur Energieversorgung eines Verbrauchers vorgeschlagen, wobei das Brennstoffzellensystem zur Umsetzung eines Brennstoffes mit einem Oxidanten ausgebildet ist, wobei das Brennstoffzellensystem zwischen einem Ruhezustand und einem Betriebszustand umschaltbar ist, wobei die Energieversorgung des Verbrauchers in dem Ruhezustand zum größten Teil oder vollständig durch eine Energiespeichereinrichtung (7) erfolgt, und wobei in dem Ruhezustand der Brennstoff und/oder der Oxidant in dem Brennstoffzellensystem aktiv bewegt wird.

Daimler AG

Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem und  
Brennstoffzellensystem

Die Erfindung betrifft ein Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem zur Energieversorgung eines Verbrauchers, wobei das Brennstoffzellensystem zur Umsetzung eines Brennstoffes mit einem Oxidanten ausgebildet ist, wobei das Brennstoffzellensystem zwischen einem Ruhezustand und einem Betriebszustand umschaltbar ist, und wobei die Energieversorgung des Verbrauchers im Ruhezustand zum größten Teil oder vollständig durch eine Energiespeichereinrichtung erfolgt. Die Erfindung betrifft auch ein Brennstoffzellensystem zur Ausführung des Kontrollverfahrens.

Brennstoffzellensysteme sind Energieversorgungseinheiten, welche über einen elektrochemischen Prozess chemische Energie in elektrische Energie wandeln. Üblicherweise umfassen Brennstoffzellensysteme eine oder mehrere Brennstoffzellen, welche einen Anodenbereich und einen Kathodenbereich aufweisen, die durch eine Membran voneinander getrennt sind. Durch den Anodenbereich wird der Brennstoff, durch den Kathodenbereich der Oxidant geleitet, wobei die Membran eine Protonenwanderung zwischen den Bereichen erlaubt und damit die Umsetzung der Reaktanden zur Generierung der elektrischen Energie ermöglicht.

Bei dem Einsatz von Brennstoffzellensystemen in Fahrzeugen haben Abschätzungen ergeben, dass es zur Erreichung einer hohen Energieeffizienz vorteilhaft ist, zum Beispiel bei Wartephassen den elektrochemischen Prozess zu stoppen und die Energieversorgung über eine Energiespeichereinrichtung zu gewährleisten. Derartige Brennstoffzellensysteme mit Energiespeichervorrichtungen werden auch als Hybridsysteme bezeichnet.

So beschreibt die Druckschrift US 2007/0054165 A1, die wohl den nächstkommenen Stand der Technik bildet, ein Brennstoffzellensystem, welches zwischen einem Betriebszustand, in dem die Brennstoffzellen Energie für einen Antriebsstrang produzieren, und ein Ruhezustand, in dem der elektrochemische Prozess deaktiviert ist, umschaltbar ist. In der Druckschrift wird festgestellt, dass es in dem Ruhezustand zu Betriebsbedingungen kommen kann, die ein Wiederstarten der Brennstoffzelle verschlechtern, wobei es beispielsweise zu einer Verzögerung bei der Energieerzeugung oder einer verringerten Spannung kommen kann. Als Gegenstrategie wird vorgeschlagen, das Brennstoffzellensystem bzw. die Brennstoffzellen intermittierend von dem Ruhezustand in den normalen Betriebszustands zu versetzen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem bzw. ein entsprechend ausgeführtes Brennstoffzellensystem vorzuschlagen, welches eine verbesserte Strategie zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems im Ruhezustand aufweist.

Diese Aufgabe wird durch ein Kontrollverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte oder

vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

Im Rahmen der Erfindung wird ein Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem vorgeschlagen, welches für eine Energieversorgung eines Verbrauchers geeignet und/oder ausgebildet ist. Der Begriff des Verbrauchers ist vorzugsweise allgemein zu sehen, wobei der Verbraucher auch ein Verbrauchersystem, insbesondere ein Fahrzeug mit Nebenverbrauchern, wie zum Beispiel Strömungsmaschinen, Beleuchtung, etc. sowie einen oder mehrere Hauptverbraucher, wie zum Beispiel einen Antriebsmotor, umfassen kann.

Das Brennstoffzellensystem ist zur Umsetzung eines Brennstoffes, vorzugsweise Wasserstoff, mit einem Oxidanten, vorzugsweise Sauerstoff, insbesondere Umgebungsluft, ausgebildet.

Bevorzugt zur Steigerung der Energieeffizienz, aber auch aus anderen Gründen, ist das Brennstoffzellensystem zwischen einem Ruhezustand und einem Betriebszustand umschaltbar. Der Betriebszustand wird bevorzugt gewählt, wenn der Verbraucher auf eine Hauptlast geschaltet wird, insbesondere wenn ein Fahrzeug als Verbraucher den Antriebsmotor mit Energie versorgt. In dem Ruhezustand wird die Energieversorgung des Verbrauchers zum größten Teil oder sogar vollständig durch eine Energiespeichereinrichtung übernommen. Insgesamt ist die Energie- oder Leistungserzeugung des Brennstoffzellensystems in dem Ruhezustand kleiner als die Leistungserzeugung in dem Betriebszustand.

Der Erfindung folgend wird vorgeschlagen, dass in dem Ruhezustand der Brennstoff und/oder der Oxidant in dem

Brennstoffzellensystem, insbesondere in den Brennstoffzellen, aktiv bewegt wird bzw. werden.

Es ist eine Überlegung der Erfindung, dass es in dem Ruhezustand zu Betriebszuständen des Brennstoffzellensystems, insbesondere der Brennstoffzellen, kommen kann, in denen die Wiederstartfähigkeit des Brennstoffzellensystems verschlechtert und/oder die Lebensdauer des Brennstoffzellensystems, insbesondere der Brennstoffzellen, beeinträchtigt wird. Zur Vermeidung negativer Folgen des Ruhezustands wird in Abgrenzung zum bekannten Stand der Technik vorgeschlagen, in dem Ruhezustand den Oxidanten und/oder den Brennstoff aktiv in dem Brennstoffzellensystem, insbesondere in den Brennstoffzellen zu bewegen. Diese überraschend simple Maßnahme kann zu einer Vielzahl von Vorteilen führen: Zum einen ist es möglich, eine zu weite Spreizung der Betriebsspannungen der unterschiedlichen Brennstoffzellen in dem Brennstoffzellensystem zu vermeiden, indem die Betriebsbedingungen hinsichtlich der Reaktandenverteilung homogenisiert werden. Ein weiterer möglicher Vorteil liegt darin, dass die Reaktandenverteilung in dem Brennstoffzellensystem so eingestellt wird, dass diese gute oder sogar optimale Bedingungen für ein Wiederstarten bzw. einen Übergang von dem Ruhezustand in den Betriebszustand ermöglicht. Ferner ist es möglich, die interne Befeuchtung der Brennstoffzellen, insbesondere der Membranen, zu steuern. Durch die aktive Bewegung eines oder beider Reaktanden werden Brennstoff-, insbesondere Wasserstoff-, Akkumulationen während dem Ruhezustand vermieden. Ein weiterer, optional nutzbarer Vorteil liegt darin, dass Kondensatbildung oder Kondensatsakkumulation in den Brennstoffzellen aufgrund eines Trocknungseffekts durch die Reaktandenbewegung, insbesondere durch die Oxidantenbewegung, vermieden wird.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist das Brennstoffzellensystem eine erste Strömungsmaschine auf, welche vorzugsweise als eine Kompressoreinrichtung ausgebildet ist, die zur Verdichtung und/oder Beschleunigung des Oxidanten angeordnet und/oder ausgebildet ist. Die erste Strömungsmaschine wird bevorzugt elektrisch betrieben, wobei die Bewegung des Oxidanten in dem Ruhezustand durch Ansteuerung der ersten Strömungsmaschine umgesetzt wird.

Bei einer Alternative oder Weiterbildung der Erfindung weist das Brennstoffzellensystem eine zweite Strömungsmaschine auf, welche zur Verdichtung und/oder Beschleunigung des Brennstoffes ausgebildet und/oder angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform erfolgt die Bewegung des Brennstoffes in dem Ruhezustand durch Ansteuerung der zweiten Strömungsmaschine.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die zweite Strömungsmaschine in einem Rezirkulationszweig der Anodengasversorgung angeordnet ist, also strömungstechnisch in einer Rückführung zwischen dem Anodenausgang und dem Anodeneingang geschaltet ist.

Bei einer möglichen Ausführungsform der Erfindung wird eine ständige Ventilation des Brennstoffs und/oder des Oxidanten in dem Ruhezustand - optional mit unterschiedlichen Förderraten oder Drehzahlen der Strömungsmaschinen - durchgeführt. Bei einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung werden die erste und/oder die zweite Strömungsmaschine in dem Ruhezustand nur intermittierend, gepulst und/oder temporär betrieben.

Dabei ist es vorzugsweise vorgesehen, dass die erste und/oder die zweite Strömungsmaschine mit einer Leistung und/oder

Drehzahl und/oder Förderrate betrieben werden, welche kleiner ist bzw. sind als die Leistung bzw. Drehzahl in dem Betriebszustand. Es wird also gezielt nur eine energiesparende reduzierte Umwälzung des oder der Reaktanden betrieben, um die negativen Folgen des Ruhezustands zu kompensieren und zugleich die Energieeffizienz nicht zu belasten.

In dem Ruhezustand ist vorzugsweise vorgesehen, dass keine Energiekonversion von chemischer in elektrischer Energie erfolgt. Bei abgewandelten Ausführungsformen ist es auch möglich, dass durch die Umwälzung ein gewisses Maß an Energiekonversion unvermeidbar ist, wobei jedoch vorzugsweise vorgesehen ist, dass die konvertierte Energie nicht an die Energiespeichervorrichtung und/oder dem Verbraucher übertragen wird und/oder dass die erzeugte Leistung im Ruhezustand kleiner als 20%, vorzugsweise kleiner als 10% und insbesondere kleiner als 5% der Leistung, insbesondere der Nennleistung oder Maximalleitung, in dem Betriebszustand ist.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem ausgebildet, welches als mobile Energieversorgung, vorzugsweise in einem Fahrzeug zur Versorgung des Antriebsstrangs mit Antriebsenergie, ausgebildet ist.

Bei einer steuerungstechnischen Umsetzung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Brennstoffzellensystem in den Ruhezustand geschaltet wird, wenn eine, eine beliebige Auswahl oder alle der nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

A: Das Batteriesystem ist betriebsbereit und hat keine Störung.

B: Ein Brennstoffzellenfehler ist nicht aktiv, d.h. Keine Störung im Brennstoffzellensystem.

C: Der Ladezustand der Energieversorgungseinrichtung ist größer als ein Ladezustandsgrenzwert, das heißt, die Energiespeichereinrichtung ist oberhalb des Ladezustandsgrenzwertes gefüllt.

D: Die Leistung an einem Inverter, welcher die elektrische Leistung des Brennstoffzellensystems in einem Wechselstrom zur Versorgung einer Hauptlast wandelt, ist kleiner als ein erster Leistungswert.

E: Der aktuelle Hauptlaststrom ist kleiner als ein erster Stromgrenzwert, das heißt, die von der Hauptlast, z.B. dem Antriebsstrang eines Fahrzeugs, abgenommene Leistung ist unterhalb einer Leistungsgrenze.

F: Die Batterietemperatur ist kleiner als ein erster Temperaturgrenzwert.

G: Die Kühlflüssigkeitstemperatur ist größer als ein zweiter Temperaturgrenzwert, das heißt, bei der Aufwärmphase des Brennstoffzellensystems wird dieses nicht in den Ruhezustand geschaltet, um eine ausreichende Betriebstemperatur von zum Beispiel größer 80° C zu erreichen.

H: Eine Batteriekalibrierung ist nicht aktiv.

I: Die Nicht-Ruhezustandszeit ist größer als ein Zeitgrenzwert, das heißt, der Ruhezustand wird erst nach einem vordefinierten Warteintervall aktiviert.

J: Die Drehzahl der ersten Strömungsmaschine ist kleiner als ein Drehzahlgrenzwert.

K: Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs ist kleiner als ein vorgegebener Geschwindigkeitswert.

Es ist auch möglich, dass diese oder weitere Bedingungen kaskadiert oder in verschiedene Prioritätsebenen eingestuft werden.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Das Brennstoffzellensystem weist eine Brennstoffzelleneinrichtung mit mindestens einer Brennstoffzelle, vorzugsweise mehr als 100 Brennstoffzellen, welche insbesondere in Stapeln geordnet sind, auf. Ferner umfasst das Brennstoffzellensystem eine Energiespeichereinrichtung, welche beispielsweise als aufladbare Batterie, Akkumulator oder Kapazität ausgebildet ist. Bevorzugt ist die Energiespeichereinrichtung als eine Hochspannungseinheit mit einer Arbeitsspannung größer als 80 V, vorzugsweise größer als 100 V ausgebildet.

Zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems ist eine Kontrolleinrichtung vorgesehen, welche wahlweise als eine separate Kontrolleinrichtung oder als ein integraler Teil einer übergeordneten Kontrolleinrichtung ausgebildet sein kann. Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Kontrolleinrichtung programmtechnisch und/oder schaltungstechnisch zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems gemäß dem soeben beschriebenen Kontrollverfahren bzw. nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Das Brennstoffzellensystem ist bevorzugt als ein mobiles Brennstoffzellensystem, insbesondere zum Einsatz in einem Fahrzeug zur Versorgung der Antriebsenergie ausgebildet.

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 das Brennstoffzellensystem in Figur 1 mit weiteren Details in ähnlicher Darstellung;

Figur 3 ein schematisches Flussdiagramm zur Illustration eines Kontrollverfahrens zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems gemäß der Figuren 1 und 2;

Figur 4 ein schematisches Flussdiagramm zur detaillierten Erläuterung des Schrittes A 1 in der Figur 3;

Figur 5 ein schematisches Flussdiagramm zur detaillierten Erläuterung des Schrittes A 7 in der Figur 3.

Die Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Brennstoffzellensystem, welches beispielsweise für den Einsatz in einem Fahrzeug zur Energieversorgung des Antriebsstrangs einsetzbar ist.

Das Brennstoffzellensystem umfasst einen Brennstoffzellenstapel 1 mit mehreren Brennstoffzellen, wobei jede Brennstoffzelle des Brennstoffzellenstapels 1 einen Anodenbereich 1a und einen Kathodenbereich 1b aufweist.

Das Brennstoffzellensystem zeigt eine Wasserstoffversorgung 2, welche beispielsweise als ein Wasserstofftank oder ein Reformer ausgebildet ist und die die Anodenbereiche 1a des Brennstoffzellenstapels 1 mit Wasserstoff versorgt.

Eine Oxidantenversorgung 3 ist zur Versorgung der Kathodenbereiche 1b des Stapels 1 mit einem Oxidanten, insbesondere Umgebungsluft, ausgebildet. Zur Kühlung des Brennstoffzellenstapels 1 zeigt das Brennstoffzellensystem eine Kühlwasserversorgung 4. Eine Sensoreinheit 5 überwacht die Temperatur des Kühlwassers.

Die Leistungsausgänge des Brennstoffzellenstapels 1 sind zum einen mit einem DC/DC-Konverter 6 und parallel dazu mit einem Inverter 9 verbunden. Der DC/DC-Konverter 6 wandelt die anliegende Spannung des Brennstoffzellenstapels 1 und versorgt eine Energiespeichervorrichtung in Form einer Hochspannungsbatterie 7. Der DC/DC-Konverter 6 und die Hochspannungsbatterie 7 weisen eine zweite Kühlung 8 auf. In dem Inverter 9 wird die elektrische Leistung des Brennstoffzellenstapels 1 in Wechselspannung bzw. -strom gewandelt, mit dem ein Antriebsmotor 10 sowie Hilfskomponenten - zusammenfassend mit der Bezugsziffer 11 gekennzeichnet - versorgt werden. Die Hochspannungsbatterie 7 ist eine zweite und/oder alternative Energiequelle zur Versorgung des Antriebsmotors 10 und/oder der Hilfskomponenten 11. Zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems ist eine Kontrolleinrichtung 12 vorgesehen, die Zustandssignale der Komponenten des Brennstoffzellensystems als Eingangsgrößen aufnimmt und Steuersignale ausgibt. In der Figur 1 sind Materialströme, also insbesondere Gas- und Flüssigkeitsströme mit durchgezogenen Linien L1, elektrische Leistungsströme mit

groben unterbrochenen Linien L2 und Signalströme mit punktierten Linien L3 dargestellt.

Die Figur 2 zeigt eine detailliertere Darstellung des Brennstoffzellensystems der Figur 1, insbesondere der Hilfskomponenten 11. Eine erste Hilfskomponente in Form eines Ventilators 11a ist in einem Rezirkulationszweig angeordnet, welcher unverbrauchten Brennstoff von dem Anodenausgang in den Anodeneingang zurückführt. Der Ventilator 11a wird mittels eines Motors 11b angetrieben.

Eine weitere Hilfskomponente ist die Kühlflüssigkeitspumpe 11c, welche durch einen Motor 11d angetrieben wird. Die Luftversorgung 3 weist einen Kompressor 11e auf, welcher durch einen elektrischen Motor 11f angetrieben wird. Die Versorgung der Hilfskomponenten bzw. deren Motoren mit Wechselstrom L4 (mit strichpunktierten Linien) erfolgt über den Inverter 9, welcher unmittelbar durch den Brennstoffzellenstapel 1 und/oder über die Hochspannungsbatterie 7 mittels des DC/DC-Konverters 6 versorgt wird.

Die Figur 3 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines Verfahrens zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems in den vorhergehenden Figuren als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Nach dem Start des Verfahrens wird in dem Schritt A1 geprüft, ob die im Zusammenhang mit der Figur 4 später erläuterten Bedingungen, insbesondere vollständig, erfüllt sind. Für den Fall, dass diese Bedingungen nicht erfüllt sind, wird gemäß Schritt A2 der Eintritt in einen Ruhezustand des Brennstoffzellensystems verhindert.

Bei Eintritt in den Ruhezustand wird gemäß Schritt A3 über die Kontrolleinrichtung 12 (Figur 2) mindestens der

Kompressormotor 11f in einen Stop-Mode gesetzt, das heißt, die Umdrehungsgeschwindigkeit wird auf null Umdrehung pro Minute reduziert.

Gemäß Schritt A4 hält der DC/DC-Konverter 6 den Brennstoffzellenstapel 1 innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereichs. Die Untergrenze des Spannungsbereichs ist durch die Grenze gegeben, welche von den Hilfsaggregaten des Fahrzeugs und des Brennstoffzellensystems, die noch im Betrieb sind, genutzt wird. Der DC/DC-Konverter 6 wird auch genutzt, um im Stop-Mode die Spannung zwischen dem Brennstoffzellenstapel 1 und der Hochspannungsbatterie 7 so zu setzen, dass der Strom des Brennstoffzellenstapels 1 null Ampere oder sehr nahe zu null Ampere, beispielsweise betragsmäßig kleiner 10 Ampere ist.

In dem Schritt A5 wird bewertet, ob ein vorbestimmtes Zeitintervall vergangen ist. Ist dieses Intervall vergangen, wird eine intermittierende Operation gestartet, wobei der Kompressormotor 11f aktiviert wird. Im Rahmen der Aktivierung wird die Förderleistung des Kompressormotors 11f auf ein niedriges Niveau, insbesondere auf ein Niveau, welches unterhalb des Niveaus im normalen Betrieb liegt, erhöht und gemäß Schritt A6 für eine vorbestimmte Zeit gehalten. Die Energieversorgung des Kompressormotors 11 sowie der weiteren Hilfskomponenten 11 erfolgt während des Ruhezustands über die Hochspannungsbatterie 7. Während des gesamten Ruhezustands bleibt der Ventilatormotor 11b aktiviert, jedoch ebenfalls mit verringelter Geschwindigkeit. Gemäß Schritt A7 wird geprüft, ob Abbruchbedingungen zum Abbrechen des Ruhezustands vorliegen.

Die Figur 4 ist ein Flussdiagramm, die in detaillierter Ausführung, die mit einem logischen UND/AND verbundenden

Bedingungen zeigt, welche alle erfüllt sein müssen, damit das Brennstoffzellensystem in den Ruhezustand geht (Schritt B11). Falls nur eine der Bedingungen nicht erfüllt ist, wird der Eintritt in den Ruhezustand gemäß Schritt B12 verhindert.

Gemäß dem Schritt B1 wird überprüft,

- ob das Brennstoffzellensystem NICHT in einem reinen Batteriemodus arbeitet,
- ob das Brennstoffzellensystem NICHT in einem Brennstoffzellenmodus arbeitet, das heißt, in dem die einzige Energieversorgung der Brennstoffzellenstapel 1 ist und die Traktionsbatterie 7 zu der Energieversorgung nicht beitritt, und
- ob ein Brennstoffzellensystemfehler NICHT aufgetreten ist.

Im Schritt B2 wird untersucht,

- ob der Ladezustand der Batterie größer als ein vorgegebener Wert ist.

Im Schritt B3 wird untersucht,

- ob die Leistung an dem Inverter 6 kleiner ist als ein vorgegebener Wert.

In Schritt B4 wird untersucht,

- ob der Bedarf an Strom für den Antriebsmotor kleiner als ein vorgegebener Wert ist.

In dem Schritt B5 wird untersucht,

- ob die Hochspannungsbatterie 7 eine Temperatur aufweist, die geringer als ein vorgegebener Wert ist.

In dem Schritt B6 wird untersucht,

- ob die Kühlflüssigkeitstemperatur größer als ein vorgegebener Wert ist.

In Schritt B7 wird untersucht,

- ob eine Batteriekalibrierung nicht aktiv ist.

Im Schritt B8 wird untersucht,

- ob die Zeit zwischen jedem Eingang in den Ruhezustand größer als ein vorgegebener Bereich ist.

Im Schritt B9 wird untersucht,

- ob die Kompressordrehzahl kleiner als ein vorgegebener Wert ist.

In Schritt B10 muss untersucht werden,

- ob die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner ist als ein vorgegebener Wert ist.

Die Figur 5 zeigt in Form eines Flussdiagramms die Schritte, die notwendig sind, um den Ruhezustand gemäß Schritt A7 (Figur 3) zu beenden. Die gezeigten Schritte sind über ein logisches ODER/OR miteinander verknüpft, so dass jeder der Schritte ein Übergang von dem Ruhezustand in den Betriebszustand gemäß Schritt C7 auslösen kann. Andernfalls verbleibt das Brennstoffzellensystem im Ruhezustand gemäß Schritt C8.

In dem Schritt C 1 wird untersucht,

- ob der Ladezustand der Hochspannungsbatterie geringer als ein vorgegebener Wert ist.

Im Schritt C2 wird untersucht,

- ob die Belastung durch die Hilfskomponenten an dem Inverter größer als ein vorgegebener Wert sind.

Im Schritt C3 wird untersucht,

- ob die aufgenommene elektrische Leistung des Antriebsmotors größer als ein vorgegebener Wert ist.

Im Schritt C4 wird untersucht,

- ob die Batterietemperatur größer als ein vorgegebener Wert ist.

In Schritt C5 wird untersucht,

- ob das Brennstoffzellensystem einen Systemfehler meldet.

Im Schritt C6 wird geprüft,

- ob die Zündung ausgestellt ist.

Zusammenfassend offenbart die Erfindung in möglichen Ausgestaltungen eine Kontrollverfahren, welches während des Ruhebetriebs ein unzulässiges Aufspreizen der Betriebsspannungen der einzelnen Brennstoffzellen in schadensversursachende Bereiche unterbindet und die Wiederstartfähigkeit des Brennstoffzellensystems verbessert. Dies wird dadurch erreicht, dass in dem Ruhebetrieb bzw. während des Ruhebetriebs die Versorgung mit Reaktandengasen und/oder eine adäquate Befeuchtung der Brennstoffzellen sichergestellt wird. Insbesondere wird eine Wasserstoffansammlung durch eine erzwungene Umwälzung des Oxidanten vorzugsweise mit Hilfe des Kompressors vermieden. Ferner ist es möglich, Kondensat durch den Trocknungseffekt des Oxidanten durch die oder eine intermittierende Operation des Kompressors abzubauen.

Daimler AG

Patentansprüche

1. Kontrollverfahren für ein Brennstoffzellensystem zur Energieversorgung eines Verbrauchers, wobei das Brennstoffzellensystem zur Umsetzung eines Brennstoffes mit einem Oxidanten ausgebildet ist,  
wobei das Brennstoffzellensystem zwischen einem Ruhezustand und einem Betriebszustand umschaltbar ist,  
wobei die Energieversorgung des Verbrauchers in dem Ruhezustand zum größten Teil oder vollständig durch eine Energiespeichereinrichtung (7) erfolgt,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in dem Ruhezustand der Brennstoff und/oder der Oxidant in dem Brennstoffzellensystem aktiv bewegt wird.
2. Kontrollverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem eine erste Strömungsmaschine (11e, 11f) zur Verdichtung und/oder Beschleunigung des Oxidanten aufweist, wobei die Bewegung des Oxidanten in dem Ruhezustand durch Ansteuerung der ersten Strömungsmaschine (11e, 11f) umgesetzt wird.

3. Kontrollverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem eine zweite Strömungsmaschine (11a, 11b) zur Verdichtung und/oder Beschleunigung des Brennstoffes aufweist, wobei die Bewegung des Brennstoffs in dem Ruhezustand durch Ansteuerung der zweiten Strömungsmaschine (11a, 11b) erfolgt.
4. Kontrollverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Strömungsmaschine (11a, 11b) in einem Rezirkulationszweig einer Anodengasversorgung angeordnet ist.
5. Kontrollverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Strömungsmaschine (11a, 11b; 11e, 11f) in dem Ruhezustand intermittierend betrieben wird.
6. Kontrollverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass erste und/oder zweite Strömungsmaschine (11a, 11b; 11e, 11f) mit einer Leistung und/oder Drehzahl betrieben wird bzw. werden, welche kleiner ist bzw. sind als die Leistung bzw. Drehzahl in dem Betriebszustand.
7. Kontrollverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Ruhezustand keine Energiekonversion von chemischer in elektrische Energie erfolgt und/oder dass in dem Ruhezustand keine konvertierte Energie an die Energiespeichervorrichtung (7) und/oder an den Verbraucher (10, 11) übertragen wird.

8. Kontrollverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem als mobile Energieversorgung vorzugsweise in einem Fahrzeug ausgebildet ist.
9. Kontrollverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem in den Ruhezustand geschaltet wird, wenn eine, eine beliebige Auswahl oder alle der nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:
  - Batteriemodus nicht aktiv UND Brennstoffzellenmodus nicht aktiv UND kein Brennstoffzellenfehler aktiv
  - Ladezustand > Ladezustandsgrenzwert
  - Leistung am Inverter < erster Leistungswert
  - Antriebsstrangstrom < erster Stromgrenzwert
  - Batterietemperatur < erster Temperaturgrenzwert
  - Kühlflüssigkeitstemperatur > erster Temperaturgrenzwert
  - Batteriekalibrierung nicht aktiv
  - Nicht-Ruhezustandszeit > Zeitgrenzwert
  - Drehzahl erste Strömungsmaschine < Drehzahlgrenzwert
  - Geschwindigkeit Fahrzeug < Geschwindigkeitsgrenzwert.
10. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelleneinrichtung (1), mit einer Energiespeichereinrichtung (7) und mit einer Kontrolleinrichtung (12), dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung (12) programmtechnisch und/oder schaltungstechnisch zur Kontrolle des Brennstoffzellensystems gemäß dem Kontrollverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

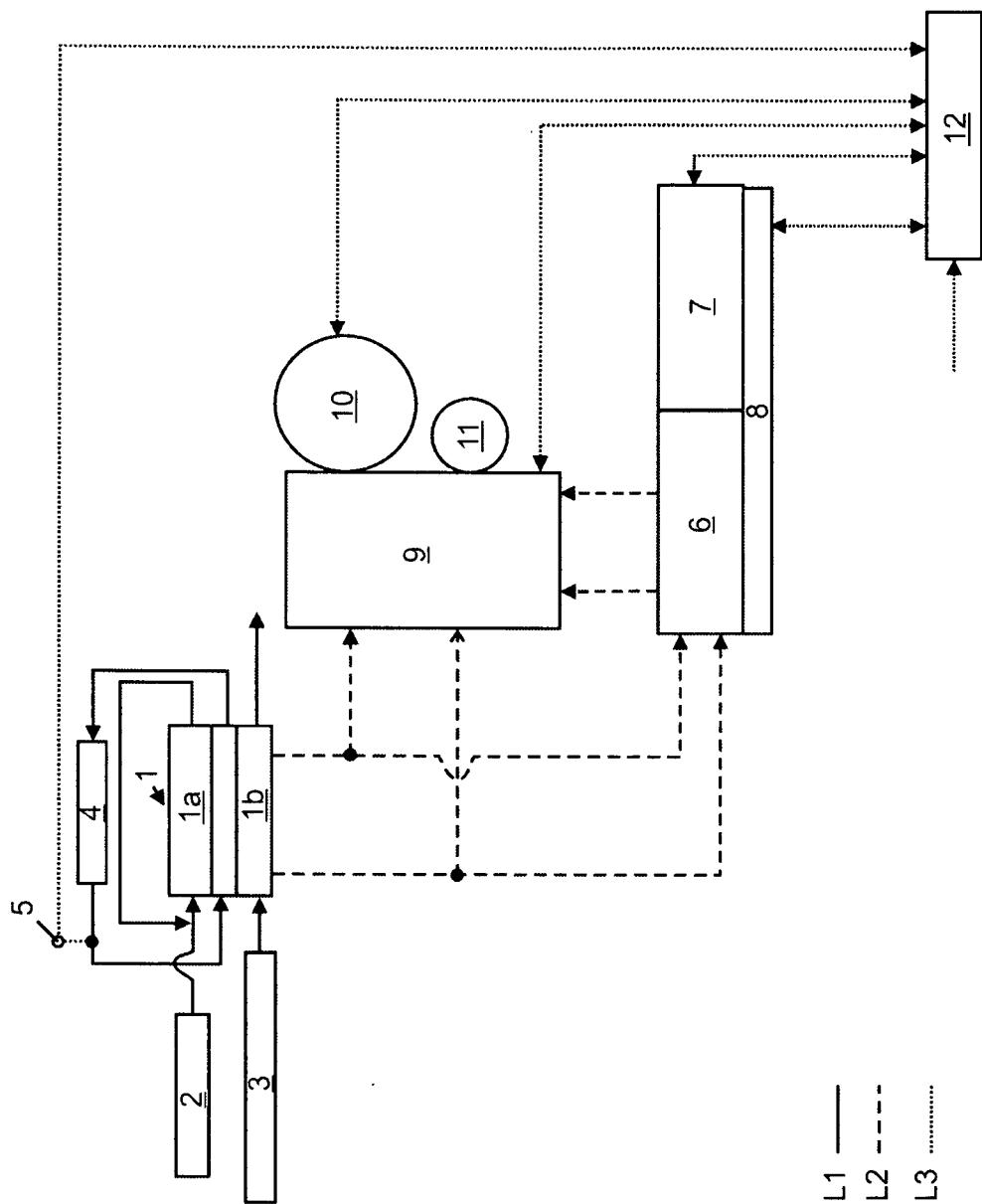


Fig. 1

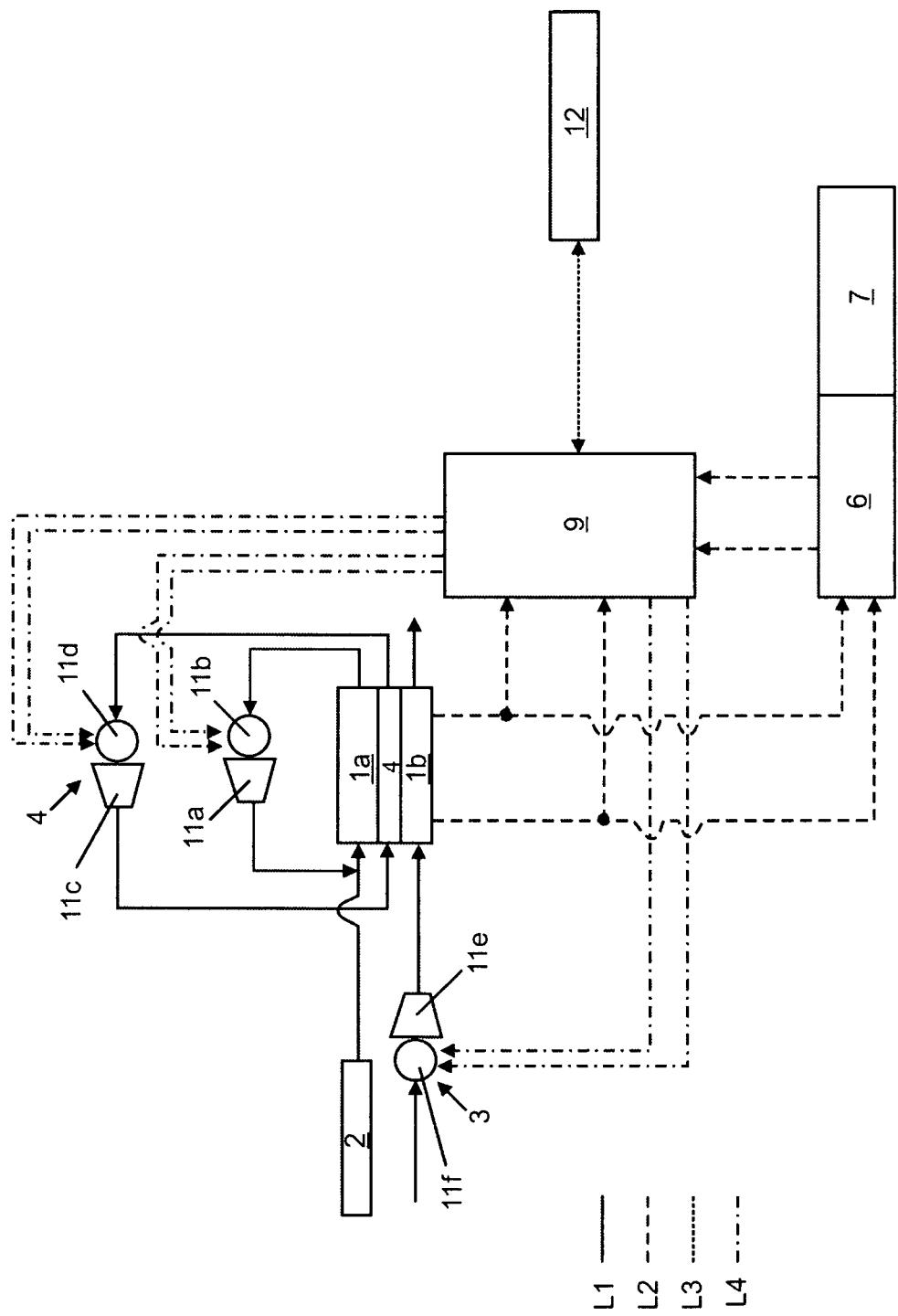


Fig. 2

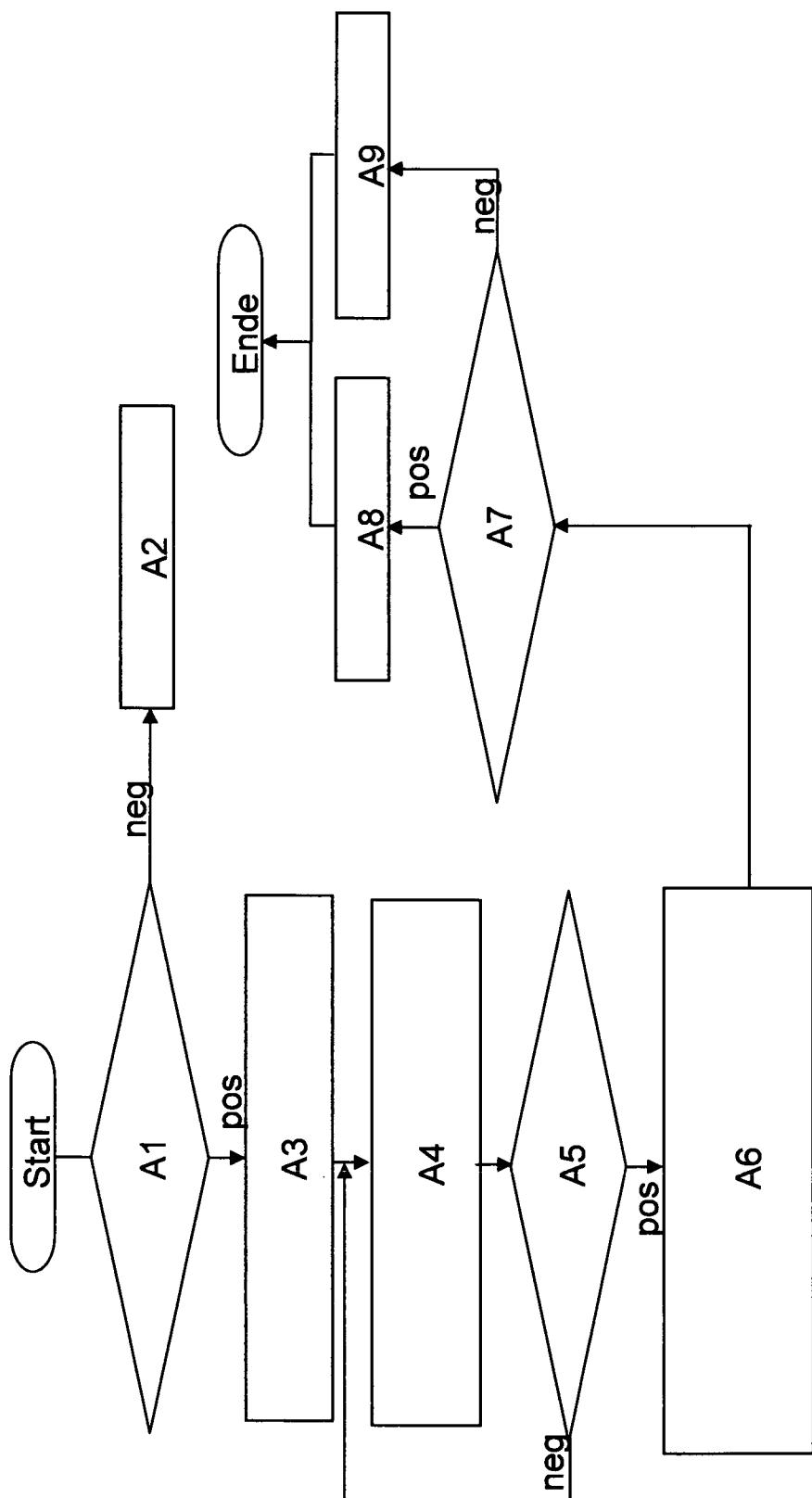


Fig. 3

4 / 5

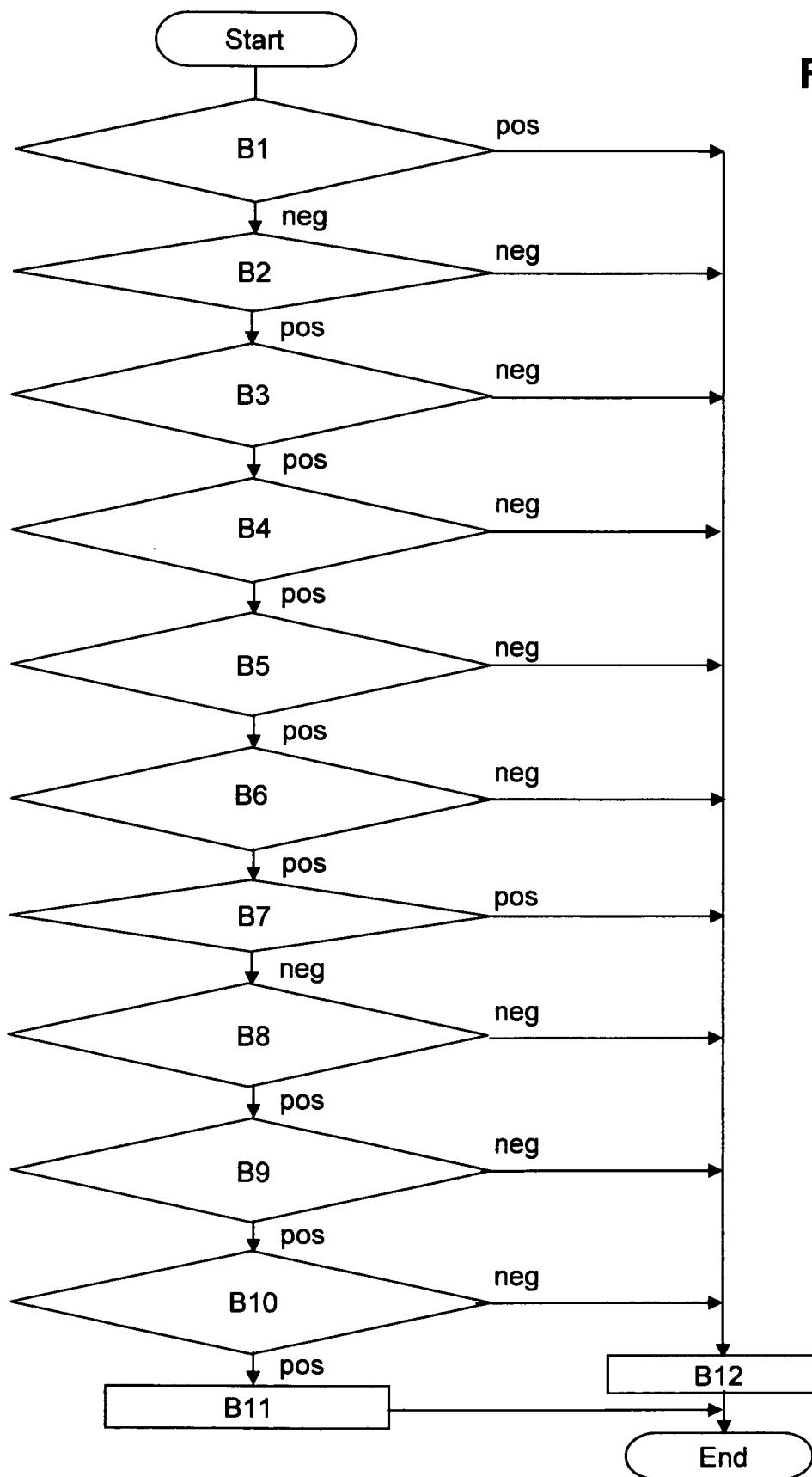
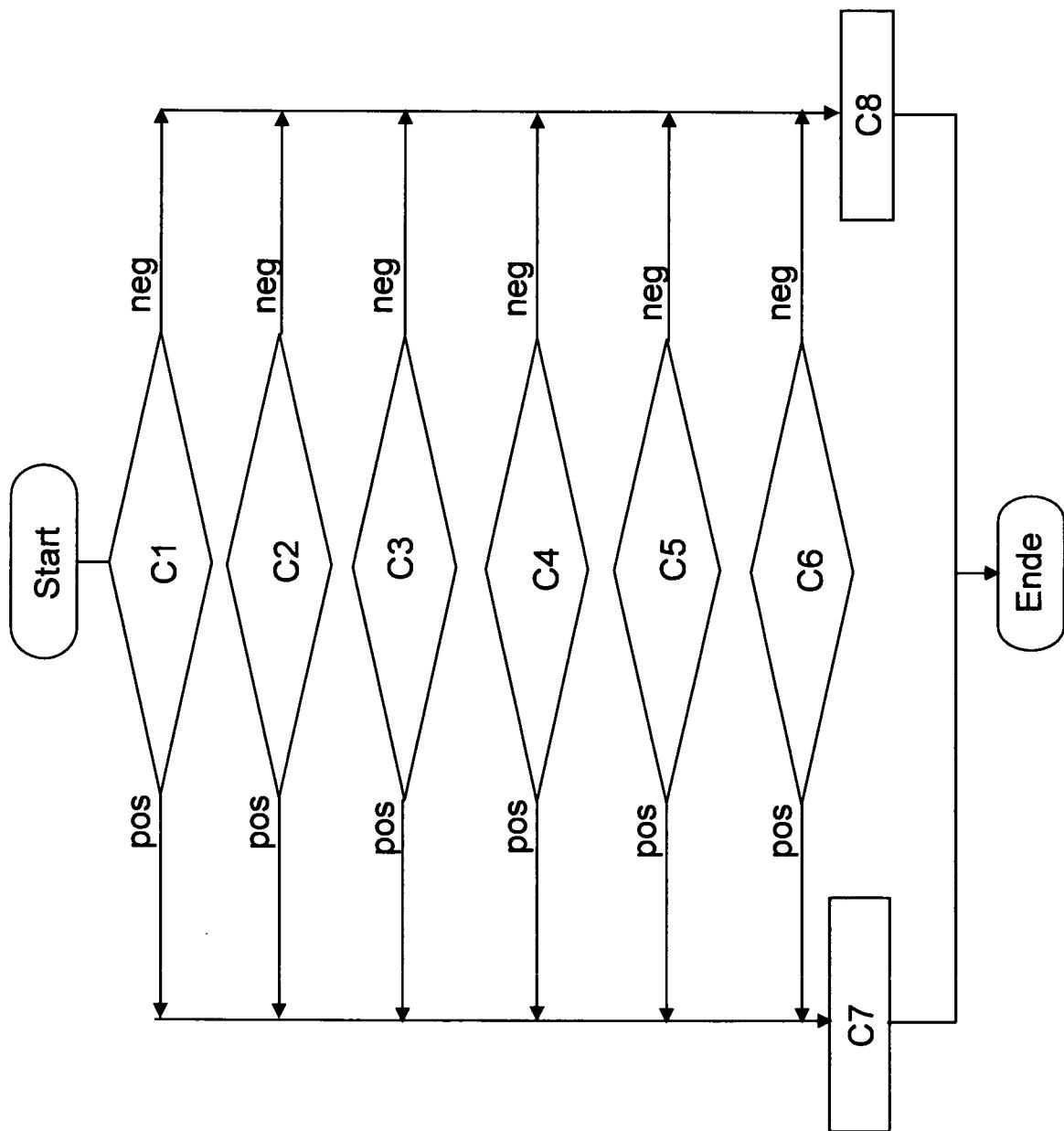


Fig. 4

5 / 5

Fig. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/001837

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01M8/04 H01M16/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/192523 A1 (NOMOTO KAZUTOSHI [JP]) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraph [0029] paragraph [0052] paragraph [0056] – paragraph [0065]	1-4, 6, 7, 10
X	WO 2006/103504 A (NISSAN MOTOR [JP]; NISSAN TECH CT NORTH AMERICA [US]; YUICHI KOIKE [US]) 5 October 2006 (2006-10-05) page 7, line 19 – line 22 page 11, line 28 – page 12, line 3	1-4, 6-8, 10
X	JP 2006 278152 A (NISSAN MOTOR) 12 October 2006 (2006-10-12) paragraph [0003] paragraph [0015]	1-4, 6, 7, 10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 Juni 2009

Date of mailing of the international search report

06/07/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Horváth, László

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2009/001837

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2006192523	A1 31-08-2006	CN 1813231 A		02-08-2006
		JP 2005032039 A		03-02-2005
		WO 2005003941 A1		13-01-2005
		KR 20060035628 A		26-04-2006
WO 2006103504	A 05-10-2006	CA 2598942 A1		05-10-2006
		EP 1869723 A1		26-12-2007
		US 2008176117 A1		24-07-2008
JP 2006278152	A 12-10-2006	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2009/001837

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. H01M8/04 H01M16/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
H01M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/192523 A1 (NOMOTO KAZUTOSHI [JP]) 31. August 2006 (2006-08-31) Absatz [0029] Absatz [0052] Absatz [0056] – Absatz [0065]	1-4, 6, 7, 10
X	WO 2006/103504 A (NISSAN MOTOR [JP]; NISSAN TECH CT NORTH AMERICA [US]; YUICHI KOIKE [US]) 5. Oktober 2006 (2006-10-05) Seite 7, Zeile 19 – Zeile 22 Seite 11, Zeile 28 – Seite 12, Zeile 3	1-4, 6-8, 10
X	JP 2006 278152 A (NISSAN MOTOR) 12. Oktober 2006 (2006-10-12) Absatz [0003] Absatz [0015]	1-4, 6, 7, 10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juni 2009

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

06/07/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Horváth, László

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/001837

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2006192523	A1 31-08-2006	CN 1813231	A	02-08-2006
		JP 2005032039	A	03-02-2005
		WO 2005003941	A1	13-01-2005
		KR 20060035628	A	26-04-2006
-----	-----	-----	-----	-----
WO 2006103504	A 05-10-2006	CA 2598942	A1	05-10-2006
		EP 1869723	A1	26-12-2007
		US 2008176117	A1	24-07-2008
-----	-----	-----	-----	-----
JP 2006278152	A 12-10-2006	KEINE		-----
-----	-----	-----	-----	-----