

(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
18. September 2014 (18.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/139718 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/10* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/051533
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Januar 2014 (27.01.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 204 270.1 12. März 2013 (12.03.2013) DE
- (71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **HELLMANN, Mark**; Braechterstr.16, 71732
Tamm (DE). **KEMMER, Helerson**; Enzhaldenweg 13,
71665 Vaihingen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

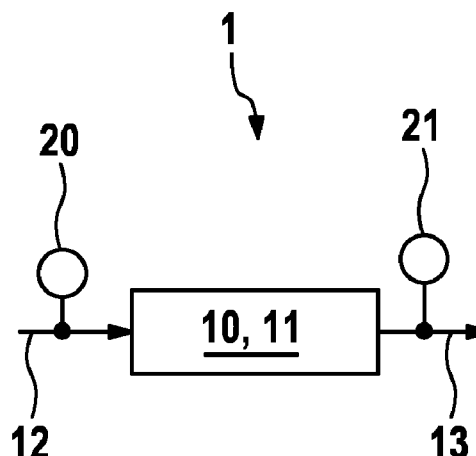
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR REGULATING A MOISTURE OF A CATHODE GAS OF A FUEL CELL, AND FUEL CELL
ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM REGELN EINER FEUCHTE EINES KATHODENGASES EINER
BRENNSTOFFZELLE SOWIE BRENNSTOFFZELLENANORDNUNG

FIG. 3



(57) Abstract: The invention relates to a method for regulating a moisture of a cathode gas of a fuel cell arrangement (1). The fuel cell arrangement (1) has: at least one fuel cell (10) with a cathode (11); a cathode gas supply line (12); and a cathode gas discharge line (13). The invention further relates to a fuel cell arrangement (1) having: at least one fuel cell (10) with a cathode (11); a cathode gas supply line (12); a cathode gas discharge line (13); a first pressure sensor (20) in the cathode gas supply line (12); a second pressure sensor (21) in the cathode gas discharge line (13); an analyzing unit; and means (14) for influencing the moisture of the cathode gas.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/139718 A1



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung (1), wobei die Brennstoffzellenanordnung (1) zumindest eine Brennstoffzelle (10) mit einer Kathode (11), eine Kathodengaszuleitung (12) und eine Kathodengasableitung (13) aufweist. Ferner betrifft die Erfindung eine Brennstoffzellenanordnung (1) aufweisend zumindest eine Brennstoffzelle (10) mit einer Kathode (11), eine Kathodengaszuleitung (12), eine Kathodengasableitung (13), einen ersten Drucksensor (20) in der Kathodengaszuleitung (12), einen zweiten Drucksensor (21) in der Kathodengasableitung (13), eine Auswerteeinheit sowie Mittel (14) zum Beeinflussen der Feuchte des Kathodengases.

Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung sowie Brennstoffzellenanordnung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung, wobei die Brennstoffzellenanordnung zumindest eine Brennstoffzelle mit einer Kathode, eine Kathodengaszuleitung und eine Kathodengasableitung aufweist. Ferner betrifft die Erfindung eine Brennstoffzellenanordnung aufweisend zumindest eine Brennstoffzelle mit einer Kathode, eine Kathodengaszuleitung, eine Kathodengasableitung, einen ersten Drucksensor in der Kathodengaszuleitung, einen zweiten Drucksensor in der Kathodengasableitung, eine Auswerteeinheit sowie Mittel zur Beeinflussung der Feuchte des Kathodengases.

STAND DER TECHNIK

Brennstoffzellenanordnungen mit Brennstoffzellen, die insbesondere mit reinem Wasserstoff betreibbar sind, gelten aufgrund der Tatsache, dass sie als Abfallprodukt im Wesentlichen nur reines Wasser emittieren, als Antrieb der Zukunft. Derartige Brennstoffzellen weisen dabei insbesondere oftmals eine Brennstoffzellenmembran auf, die für einen optimalen Betrieb auch eine hohe Membranfeuchte benötigt. Wasser, insbesondere Wasserdampf, wird dabei dazu verwendet, eine genügend hohe Ionen-Leitfähigkeit innerhalb der Brennstoffzelle durch die Membran sicherzustellen. Für den ordnungsgemäßen und optimalen Betrieb einer derartigen Brennstoffzellenanordnung sind daher der Wasserhaushalt und insbesondere die Feuchterege lung innerhalb der Brennstoffzelle der Brennstoffzellenanordnung wesentliche Faktoren. Eine zu geringe relative Feuchte des Kathodengases kann zu einer Entfeuchtung der Membran führen. Bei zu hoher Feuchte des Kathodengases können jedoch erhebliche Mengen an flüssigem Wasser in der Kathode auftreten. Beispielsweise kann bei einer unzureichenden Membranfeuchte der Wirkungsgrad einer derartigen Brennstoffzelle deutlich vermindert sein, wodurch eine schlechtere Leistungsausbeute und eine hohe Abwärmeproduktion der Brennstoffzellenanordnung einhergehen können. Im schlechtesten Fall kann insbesondere bei einer zu geringen Feuchte auch eine Beschädigung der Brennstoffzelle durch Austrocknung nicht ausgeschlossen werden. Auf der anderen Seite kann sich bei einer zu hohen Feuchte, insbesondere beim

Vorliegen von zu viel flüssigem Wasser innerhalb der Brennstoffzelle, ebenfalls eine schlechtere Leistungsausbeute der Brennstoffzelle einstellen.

Es ist aus diesem Grund notwendig, die Feuchte innerhalb der Brennstoffzelle zu
5 überwachen gegebenenfalls zu beeinflussen. So ist beispielsweise aus der
DE 102 46 168 A1 bekannt, im Gassystem der Brennstoffzelle mehrere
Feuchtesensoren vorzusehen, um die Feuchtigkeit zumindest des
Kathodengases der Brennstoffzelle zu überwachen. Nachteilig an derartigen
Feuchtesensoren ist jedoch, dass diese Feuchtesensoren insbesondere bei
10 gesättigten Messbedingungen, d. h. bei Feuchten des Kathodengases von etwa
100 %, sehr ungenau sind. Bei Vorliegen von flüssigem Wasser im Kathodengas
können beispielsweise zudem Tropfen auftreten, die einen derartigen
Feuchtesensor über einen nicht unerheblichen Zeitraum derart beeinträchtigen
können, dass dieser kein verwertbares Signal liefern kann. Alternativ dazu
15 können auch Sensoren für andere Messgrößen vorgesehen sein. So ist
beispielsweise aus der DE 10 2008 010 312 A1 bekannt, zumindest je einen
Sensor für Massenfluss, Temperatur und Druck des Kathodengases in der
Kathodengaszuleitung vorzusehen. Basierend auf den Messwerten dieser
Vielzahl von verschiedenen Sensoren wird die Brennstoffzellenanordnung
20 dahingehend betrieben, dass die relative Feuchte innerhalb eines vorgegebenen
Bereichs gehalten wird. Auch ist bekannt, beispielsweise aus der
WO 2008/106992 A1, eine Vielzahl von Sensoren zur Überwachung der
Brennstoffzellenanordnung vorzusehen, deren Messergebnisse in einer
Auswerteeinheit kombinatorisch miteinander verknüpft werden können, um
25 basierend auf dieser Vielzahl von Messergebnissen die Feuchte der
Brennstoffzellenanordnung zu regeln.

Als Nachteil bei bekannten Verfahren zum Steuern der Feuchte eines
Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung sowie bei bekannten
30 Brennstoffzellenanordnungen kann dabei angesehen werden, dass entweder
Sensoren, insbesondere Feuchtesensoren, eingesetzt werden, die fehleranfällig
sind oder dass eine Vielzahl von Sensoren benötigt wird, um die Feuchte in der
Kathodengaszuleitung der Brennstoffzellenanordnung zu ermitteln.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile bekannter Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung sowie bekannter Brennstoffzellenanordnungen zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung sowie eine Brennstoffzellenanordnung bereitzustellen, welche in einfacher und kostengünstiger Weise den Betrieb einer Brennstoffzellenanordnung mit einer idealen Feuchte des Kathodengases ermöglichen, wobei zur Regelung möglichst wenig und dabei einfache und robuste Sensoren verwendet werden.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 sowie durch eine Brennstoffzellenanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

In einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung, wobei die Brennstoffzellenanordnung zumindest eine Brennstoffzelle mit einer Kathode, eine Kathodengaszuleitung und eine Kathodengasableitung aufweist, gelöst. Insbesondere ist ein erfindungsgemäßes Verfahren durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- a) Messen eines Drucks des Kathodengases vor der Kathode,
- b) Messen eines Drucks des Kathodengases nach der Kathode,
- c) Ermitteln des Druckverlustes des Kathodengases in der Kathode aus den Messergebnissen,

- d) Bestimmen der aktuellen Feuchte des Kathodengases basierend auf dem ermittelten Druckverlust,
- e) Einstellen der Feuchte des Kathodengases basierend auf der bestimmten aktuellen Feuchte.

5

10

15

20

25

30

35

Gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren ist somit vorgesehen, die Feuchte eines Kathodengases basierend auf Druckmessungen im Kathodengas zu ermitteln. Die beim Verfahren eingesetzten Drucksensoren sind einfache Sensoren, die bereits, insbesondere auch für den automobilen Einsatz, vorhanden sind. Kostenaufwendige Neuentwicklungen können dadurch vermieden werden. Insbesondere kann der Einsatz von Feuchtesensoren, welche insbesondere beim Vorliegen von flüssigem Wasser oder Feuchte nah 100% eine hohe Störanfälligkeit aufweisen, durch das erfindungsgemäße Verfahren ebenfalls vermieden werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass durch derartige Drucksensoren der Druck des Kathodengases vor und nach der Kathode gemessen wird. Aus den gemessenen Drücken kann anschließend in einer geeigneten Auswerteeinheit der Druckverlust des Kathodengases in der Kathode ermittelt werden. Selbstverständlich können die Schritte b) und c) des Verfahrens auch durch den Einsatz eines Differenzdrucksensors, in der Kathodengasableitung angeordnet ist, und die dadurch direkte Möglichkeit der Messung des Druckverlusts des Kathodengases in der Kathode realisiert sein. Bei ansonsten konstanten Betriebsbedingungen der Brennstoffzellenanordnung ist die Feuchte des Kathodengases im Wesentlichen nur vom Druckverlust des Kathodengases in der Kathode abhängig. Basierend auf dem ermittelten Druckverlust des Kathodengases in der Kathode kann somit gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren die aktuelle Feuchte des Kathodengases bestimmt werden. Dafür kann eine Auswerteeinheit vorgesehen sein, der die Messdaten der verwendeten Drucksensoren zugeführt werden. Selbstverständlich können einer derartigen Auswerteeinheit auch Daten weiterer bereits in der Brennstoffzellenanordnung vorhandener Sensoren, wie beispielsweise eines Temperatursensors oder eines Luftmassensensors, zugeführt werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Brennstoffzellenanordnung mit variierenden Massenströmen oder Temperaturen betrieben wird. Die Auswerteeinheit kann bei einer derartigen Ausgestaltung selbstverständlich diese zusätzlichen Sensordaten ebenfalls in die Bestimmung der Feuchte mit einbeziehen. Im letzten Schritt e) des Verfahrens wird die

Feuchte des Kathodengases basierend auf der bestimmten aktuellen Feuchte eingestellt. Eine Regelung der Feuchte des Kathodengases ist dadurch basierend auf den gemessenen Drücken möglich. Ein Austrocknen der Brennstoffzelle, bei zu geringer Feuchte oder ein Fluten der Brennstoffzelle bei zu hoher Feuchte kann so sicher vermieden werden. Desweiteren ist ein Betreiben der Brennstoffzellenanordnung in einem Bereich ideale Feuchte des Kathodengases ermöglicht. Durch die Feuchtebestimmung des Kathodengases basierend auf Druckmessungen kann eine besonders einfache und kostengünstige Art und Weise bereitgestellt werden, die Feuchte eines Kathodengases zu ermitteln. Insbesondere kann der Einsatz von störanfälligen und wartungsintensiven Feuchtesensoren vermieden werden.

Ferner kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, dass im Schritt d) des Verfahrens ein in der Kathode der Brennstoffzelle verdampfter Wassermassenstrom bestimmt wird. Abhängig von den Betriebsbedingungen der Brennstoffzelle wird das produzierte Wasser im Betrieb dampfförmig und/oder flüssig aus der Kathode abgeführt. Ein Kühlkreislauf der Kathode durch die Verdampfungskühlung bei der Verdampfung, insbesondere des produzierten, Wassers entlastet werden. Durch Messungen konnte gezeigt werden, dass zwischen dem Druckverlust des Kathodengases in der Kathode und dem verdampften Wassermassenstrom ein im Wesentlichen linearer Zusammenhang besteht. Der verdampfte Wassermassenstrom hat einen direkten Einfluss auf die Feuchte des Kathodengases. Dies liegt darin begründet, da erzeugtes flüssiges Wasser durch Verdampfen gasförmig wird und zur Feuchte des Kathodengases beiträgt. Ein hoher Massenstrom verdampften Wassers in der Kathode führt somit zu einem erhöhten absoluten Feuchtegehalt des Kathodengases, ein niedriger Massenstrom zu einem verringerten Feuchtegehalt des Kathodengases. Da durch die Messung des Druckverlusts direkt auf den Massenstrom des verdampften Wassers in der Kathode geschlossen werden kann, kann basierend auf diesen Rückschlüssen, in Schritt e) des Verfahrens die Feuchte des Kathodengases dahin gehend geregelt werden, dass ein Betrieb der Brennstoffzellenanordnung bei idealer Feuchte zu jeder Zeit gewährleistet werden kann.

Darüber hinaus kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, dass im Schritt d) ein Verhältnis von in der Kathode verdampftem zu in der

Kathode erzeugtem Wasser bestimmt wird. Das in der Kathode erzeugte Wasser kann direkt über die Faraday-Gleichung berechnet werden. Die Menge des erzeugten Wassers ist proportional zur molaren Masse von Wasserdampf multipliziert mit dem in der Brennstoffzelle erzeugten Strom und umgekehrt proportional zum Doppelten der Faraday-Konstanten. Über dieses Verhältnis kann eine Aussage darüber getroffen werden, ob in der Kathode flüssiges Wasser im Bereich eines Strömungsfeldes der Kathode vorliegt. Bei einem berechneten Verhältnis <1 wird in der Kathode mehr Wasser produziert als verdampft. Es liegt somit flüssiges Wasser am Kathodenausgang vor. Dies kann zum einen bedeuten, dass bei ständigem Betrieb bei diesem Verhältnis die Gefahr einer Flutung der Kathode der Brennstoffzelle besteht. Andererseits können Brennstoffzellen auch mit einem derartigen Befeuchtungskonzept betrieben werden, bei dem das Vorliegen von flüssigem Wasser am Kathodenausgang nötig ist. Dies kann insbesondere beispielsweise bei einem Befeuchtungskonzept notwendig sein, dessen Wirkprinzip stark auf einer inneren Befeuchtung des Kathodengases durch Feuchteausgleich Kathode und Anode der Brennstoffzelle beruht. Ein Verhältnis >1 bedeutet, dass weniger Wasser in der Kathode produziert wird als dort verdampft. Es liegt somit kein flüssiges Wasser am Kathodenausgang, in der Kathode, zumindest jedoch vor. Da es bei Brennstoffzellen insbesondere vorkommen kann, dass eine Membran verwendet wird, die eine gewisse Feuchte benötigt, kann ein derartiges Verhältnis >1 daher die Gefahr einer Austrocknung der Kathode der Brennstoffzelle andeuten. Das Berechnen eines derartigen Verhältnisses stellt somit eine besonders einfache Art und Weise dar, die Feuchte, insbesondere das Vorliegen von flüssigem Wasser, in der Kathode zu bestimmen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung eines erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass in Schritt d) das Verhältnis mit einem unteren und/oder einem oberen Grenzwert verglichen wird. Der oder die Grenzwert(e) können dabei insbesondere bevorzugt derart gewählt sein, dass bei einem Vergleich mit den Grenzwerten ein Erkennen von Fehlerzuständen der Brennstoffzelle möglich ist. Durch ein, insbesondere frühzeitiges, Erkennen derartiger Fehlerzustände ist ein Eingreifen in den Betrieb der Brennstoffzellenanordnung dahingehend ermöglicht, eine Beschädigung oder sogar Zerstörung der Brennstoffzellenanordnung zu verhindern.

Besonders bevorzugt kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren ferner vorgesehen sein, dass in Schritt e) das Einstellen der Feuchte basierend auf einem Ergebnis des Vergleichs vorgenommen wird. Eine Regelung der Feuchte des Kathodengases ist dadurch besonders einfach ermöglicht. Bevorzugt wird dabei das Verhältnis mit einem oberen und einem unteren Grenzwert verglichen. Durch das Einstellen der Feuchte basierend auf den Vergleich kann insbesondere das Verhältnis aus in der Kathode verdampften zu erzeugten Wasser zwischen den Grenzwerten schalten werden. Die Brennstoffzellenanordnung kann somit in einem Bereich idealer Feuchte betrieben werden, da dadurch ein stabiles Wassermanagement ermöglicht ist. Ein sicherer und stabiler Betrieb, bei dem insbesondere die Gefahr einer Austrocknung oder einer Flutung der Kathode der Brennstoffzelle vermieden wird, kann so sichergestellt werden.

Ferner kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, dass im Schritt e) zum Einstellen der Feuchte eine Drosselklappe der Brennstoffzellenanordnung und/oder ein Befeuchter der Brennstoffzellenanordnung angesteuert werden und/oder dass eine Stöchiometrie und/oder eine Temperatur des Kathodengases verändert werden.

Um die Feuchte des Kathodengases einzustellen, sind viele verschiedene Möglichkeiten denkbar. Bei einer verstellbaren Ausführung der Drosselklappe wird beispielsweise der Kathodenaustrittsdruck angepasst. Dabei ist selbstverständlich sowohl eine Erhöhung als auch eine Erniedrigung des Kathodenaustrittsdrucks möglich. Durch eine derartige Anpassung des Kathodenaustrittsdrucks ergibt sich direkt auch eine Veränderung des Druckverlustes des Kathodengases in der Kathode. Wie oben bereits beschrieben, hat dies einen direkten Einfluss auf die Feuchte des Kathodengases. Ferner kann in der Kathodengaszuleitung ein Befeuchter angeordnet sein. Dieser Befeuchter kann dahin gehend angesteuert werden, das Kathodengas mehr oder weniger zu befeuchten. Auch durch die Ansteuerung eines Befeuchters ist somit ein direkter Einfluss auf die Feuchte des Kathodengases und somit eine Regelung der Feuchte des Kathodengases möglich. Durch eine Änderung der Kathodenstöchiometrie, d. h. insbesondere des Verhältnisses von Ist-Sauerstoffmenge zur stöchiometrischen Sauerstoffmenge am Kathodeneintritt, wird direkt die Menge trockener Luft, insbesondere am Austritt der Kathode beeinflusst. Hohe Kathodenstöchiometrien

ermöglichen der Luft in der Kathode viel Wasser dampfförmig aus der Kathode auszutragen und damit die Brennstoffzelle zu entfeuchten. Wenn das gesamte produzierte Wasser dampfförmig ausgetragen wird, dann besteht jedoch die Gefahr, dass die Luft der Membran Wasser entzieht und der Membranwiderstand ansteigt. Dadurch ergibt sich eine Änderung der Feuchte des Kathodengases. Durch eine Veränderung der Temperatur kann ebenfalls die Feuchte des Kathodengases beeinflusst werden. So bewirkt eine Erhöhung der Temperatur, dass mehr Wasser im Kathodengas verdampft. Dadurch wird die Feuchte des Kathodengases erhöht. Umgekehrt bewirkt eine Absenkung der Temperatur ein geringeres Verdampfen von flüssigem Wasser im Kathodengas, wodurch die absolute Feuchtemenge des Kathodengases verringert wird und die Gefahr einer Flutung der Kathode mit flüssigem Wasser besteht.

Darüber hinaus kann in einer bevorzugten Weiterentwicklung eines erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass die Temperatur des Kathodengases über die Temperatur eines Kühlmittels der Brennstoffzelle verändert wird und/oder dass der Befeuchter in der Brennstoffzellenanordnung einen Bypass aufweist, welcher zur Einstellung der Feuchte des Kathodengases angesteuert wird. Bei einer Brennstoffzellenanordnung kann eine Kühlung der Brennstoffzelle durch ein Kühlmittel vorgesehen sein, um Abwärme der Brennstoffzelle von der Brennstoffzelle abzutransportieren. Durch Veränderung der Temperatur des Kühlmittels kann dabei besonders einfach direkt auf die Temperatur des Kathodengases Einfluss genommen werden. Ebenfalls besonders einfach kann ein Befeuchter, der in der Kathodengaszuleitung der Brennstoffzellenanordnung angeordnet ist, durch einen Bypass geregelt werden. Durch einen derartigen Bypass wird Kathodengas am Befeuchter vorbeigeleitet und wird somit im Befeuchter nicht befeuchtet. Das vorbeigeleitete Kathodengas wird nach dem Befeuchten mit dem befeuchteten Kathodengas wieder zusammengeführt. Durch die Menge an nicht befeuchtetem Kathodengas kann somit die Befeuchtung des gesamten Kathodengases gesteuert werden. Ein Bypass stellt dabei eine besonders einfache Art und Weise dar, einen Befeuchter, insbesondere die Menge von im Befeuchter befeuchteten Kathodengases, zu regeln.

In einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch eine Brennstoffzellenanordnung aufweisend zumindest eine Brennstoffzelle mit einer

Kathode, eine Kathodengaszuleitung, eine Kathodengasableitung, einen ersten Drucksensor in der Kathodengaszuleitung, einen zweiten Drucksensor in der Kathodengasableitung, eine Auswerteeinheit sowie Mittel zur Beeinflussung der Feuchte des Kathodengases, gelöst. Insbesondere ist eine erfindungsgemäße Brennstoffzellenanordnung dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzellenanordnung zur Ausführung eines Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ausgebildet ist. Sämtliche Vorteile, die zu einem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung beschrieben worden sind, ergeben sich somit selbstverständlich auch für eine erfindungsgemäße Brennstoffzellenanordnung, die zur Ausführung eines derartigen Verfahrens ausgebildet ist.

Ferner kann bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung vorgesehen sein, dass die Mittel zur Beeinflussung der Feuchte des Kathodengases eine Drosselklappe der Brennstoffzellenanordnung und/oder einen Befeuchter und/oder einen Bypass eines Befeuchters und/oder eine Einheit zur Änderung der Stöchiometrie des Kathodengases und/oder eine Einheit zur Änderung der Temperatur des Kathodengases aufweisen. Dabei kann beispielsweise durch eine, insbesondere variable, Drosselklappe der Kathodenaustrittsdruck angepasst, d. h. insbesondere erhöht bzw. erniedrigt werden. Dadurch ändert sich der Druckverlust des Kathodengases in der Kathode der Brennstoffzelle und damit auch indirekt die Feuchte im Kathodengas. Eine Erhöhung des Kathodenaustrittsdrucks führt dabei zu einer Erhöhung der relativen Feuchte, eine Erniedrigung des Kathodenaustrittsdrucks zu einer Verminderung der Feuchte. Ferner kann eine Brennstoffzellenanordnung einen Befeuchter aufweisen. Ein derartiger Befeuchter ist in der Kathodengaszuleitung angeordnet und wird zur direkten Beeinflussung der Feuchte des Kathodengases verwendet. Eine direkte Erhöhung bzw. Verminderung der Feuchte des Kathodengases ist dadurch ermöglicht. Ein derartiger Befeuchter kann dabei beispielsweise einen Bypass aufweisen, durch den Kathodengas am Befeuchter vorbeigeleitet werden kann. Die Menge des am Befeuchter vorbeigeleiteten Kathodengases bestimmt dabei indirekt die Feuchte des gesamten Kathodengases. Nach dem Befeuchter werden der befeuchtete und der unbefeuchtete Kathodengasstrom wieder vereinigt. Das Verhältnis der beiden Teile bestimmt die Gesamtfeuchte des Kathodengases. Durch ein mehr oder weniger starkes Öffnen des Bypasses des

Befeuchters kann somit die Feuchte des Kathodengases auf besonders einfache Art und Weise eingestellt werden. Eine weitere alternative oder zusätzliche Möglichkeit zur Beeinflussung der Feuchte kann eine Änderung der Stöchiometrie des Kathodengases darstellen. Die Kathodenstöchiometrie ist das Verhältnis aus der vorhandenen Sauerstoffmenge und der stöchiometrischen Sauerstoffmenge und hat direkten Einfluss auf den Volumenstrom trockener Luft und damit wiederum auf die insgesamt dampfförmig abführbare Wassermenge aus der Kathode. Wie oben bereits dargelegt, kann dadurch auch die Feuchte des Kathodengases beeinflusst werden. Dies gilt auch für eine Beeinflussung der Temperatur des Kathodengases. Eine derartige Einheit zur Änderung der Temperatur des Kathodengases kann beispielsweise eine Heizung oder Kühlung der Brennstoffzelle oder ein Kühlmittel sein, dessen Temperatur gezielt verändert werden kann. Eine höhere Temperatur des Kühlmittels führt dabei zu einer höheren Temperatur des Kathodengases, wodurch wiederum im Kathodengas mehr Wasser verdampft werden kann. Dies führt zu einer Erhöhung der Verdampfungsrate und zu einer Verkleinerung der relativen Feuchte, sobald kein flüssiges Wasser mehr in der Kathode vorhanden ist. Umgekehrt führt eine Erniedrigung der Temperatur des Kathodengases zu einer Verminderung der Verdampfungsrate, wodurch die Dampfmenge des Kathodengases vermindert werden kann und tendenziell mehr flüssiges Wasser in der Kathode vorhanden ist.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Das erfindungsgemäße Verfahren und seine Weiterbildungen sowie deren Vorteile sowie die erfindungsgemäße Brennstoffzellenanordnung und ihre Weiterbildungen sowie deren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

- Fig. 1 eine Brennstoffzellenanordnung gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 2 Widerstandsmessungen an einer Brennstoffzellenanordnung,
- Fig. 3 eine mögliche Ausgestaltungsform eines Teils einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung,
- Fig. 4a Feuchtemessungen an einer Brennstoffzellenanordnung bei 45° Celsius,
- Fig. 4b Feuchtemessungen an einer Brennstoffzellenanordnung bei 65° Celsius,
- Fig. 4c Feuchtemessungen an einer Brennstoffzellenanordnung bei 75° Celsius

Fig. 5a Feuchtemessungen an einer Brennstoffzellenanordnung bei 65° Celsius und $\lambda = 2,0$,

Fig. 5b Feuchtemessungen an einer Brennstoffzellenanordnung bei 65° Celsius und $\lambda = 3,5$ und

5 Fig. 6 eine mögliche Feuchteregelung einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung.

Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Fig. 1, 2, 3, 4a, 4b, 4c, 5a, 5b und 6 jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

10

In Fig. 1 ist ein typisches Kathodengassystem einer Brennstoffzelle 10 einer Brennstoffzellenanordnung 1 gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Der Anodenteil der Brennstoffzellenanordnung 1 ist nicht mit abgebildet. Das Kathodengas, beispielsweise in diesem Fall Luft, wird vor dem Eintritt in die Kathode 11 durch einen Luftfilter 2 gereinigt. Anschließend wird der Druck der Luft durch einen mit einem Verdichtermotor 5 angetriebenen Verdichter 4 erhöht. Durch einen Wärmetauscher 3 und einem Mittel zur Beeinflussung der Feuchte 14 wird das Kathodengas anschließend dahin gehend konditioniert, dass es die nötigen Eintrittsbedingungen für den Eintritt durch die Kathodengaszuführung 12 in die Kathode 11 aufweist. Durch die Kathodengasabführung 13 wird unverbrauchtes Kathodengas zusammen mit in der Brennstoffzelle 10 entstandenen Reaktionsprodukten, insbesondere Wasser, wieder aus der Brennstoffzelle 10 ausgeleitet. Die Eintrittsfeuchte des Kathodengases wird dabei durch eine externe Regelung eingestellt, wobei hier mehrere Sensoren, insbesondere ein erster Drucksensor 20, ein Massenstromsensor 22 und ein Feuchtesensor 23 zur Messung der Feuchte des Kathodenfluids, vorgesehen sind. Mit einer Drosselklappe 7 kann der Systemdruck abhängig vom Massenstrom eingestellt werden. Falls beispielsweise der Verdichter 4 als eine Turbomaschine, wie beispielsweise ein Radialverdichter, ausgeführt ist, kann ferner aus Gründen des Komponentenschutzes ein Bypass mit Drosselklappe 8 vorgesehen sein. Das Mittel zur Beeinflussung der Feuchte 14 ist ferner als Befeuchter 15 ausgebildet und weist einen Befeuchterbypass 16 mit einer eigenen Drosselklappe 9 auf. Die Feuchte des Kathodengases wird in der gezeigten Brennstoffzellenanordnung 1 gemäß dem Stand der Technik somit insbesondere über einen Feuchtesensor 23 gemessen. Diese Feuchtesensoren 23 sind jedoch, insbesondere beim Vorliegen von flüssigem Wasser, wenig

15

20

25

30

35

robust und insbesondere störanfällig. Dies ist insbesondere darin begründet, dass ein Feuchtesensor 23, der von einem Wassertropfen getroffen wird, über eine nicht zu vernachlässigende Zeit keine Daten liefern kann.

5 In Fig. 2 sind Messreihen des Widerstands einer Brennstoffzelle 10 über die Stromdichte für verschiedene Kathodenfeuchten aufgetragen. Dabei sind insbesondere Messreihen für die Kathodenfeuchte 100% 30, Kathodenfeuchte 70% 31, Kathodenfeuchte 50% 32 und Kathodenfeuchte 33% 33 aufgenommen worden. Deutlich sichtbar ist, dass mit zunehmender Kathodenfeuchte 30, 31, 32, 10 33 der Widerstand der Brennstoffzelle 10 sinkt. Ein geringerer Widerstand der Brennstoffzelle 10 korrespondiert dabei mit einem hohen Wirkungsgrad der Brennstoffzelle 10, da Verluste innerhalb der Brennstoffzelle 10 minimiert werden. Ferner geht ein hoher Widerstand, der, sichtbar ist in Fig. 2 mit einer niedrigen Kathodenfeuchte korrespondiert, mit einer hohen Wärmeentwicklung 15 der Brennstoffzelle 10 in Betrieb einher, welche gegebenenfalls zur Beschädigung der Brennstoffzelle 10 führen kann. Dies macht deutlich, dass eine Steuerung bzw. insbesondere eine Regelung der Feuchte zumindest des Kathodengases einen großen Einfluss auf die Leistungsausbeute und die Lebensdauer einer Brennstoffzelle 10 und einer gesamten 20 Brennstoffzellenanordnung 1 hat.

In Fig. 3 ist eine mögliche Ausgestaltung eines Teils einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung 1 gezeigt. Insbesondere ist die Kathode 11 einer Brennstoffzelle 10 inklusive Teilen der Kathodengaszuleitung 12 und der 25 Kathodengasableitung 13 gezeigt. In der Kathodengaszuleitung 12 ist ein erster Drucksensor 20 und in der Kathodengasableitung 13 ein zweiter Drucksensor 21 angeordnet. Dadurch ist es möglich, den Druck des Kathodengases vor und nach der Kathode 11 der Brennstoffzelle 10 zu messen. Dabei können die beiden Drucksensoren 20, 21 jeweils direkt den Druck des Kathodengases messen. 30 Alternativ kann vorgesehen sein, dass der zweite Drucksensor 21 als Differenzdrucksensor ausgestaltet ist. In diesem Fall kann ebenfalls durch die Druckmessung des ersten Drucksensors 20 und die Differenzdruckmessung des zweiten Drucksensors 21 der Druckabfall des Kathodengases in der Kathode 11 der Brennstoffzelle 10 ermittelt werden. Eine weitere Alternative ist die 35 ausschließliche Verwendung eines Differenzdrucksensors 20, 21 mit dem Vorteil, dass eine Toleranzkette mehrerer Sensorungenauigkeiten bei der Ermittlung des

Kathodendruckverlusts vermieden werden kann. Basierend auf diesem Druckabfall kann bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung 1, insbesondere durch ein erfindungsgemäßes Verfahren Rückschlüsse auf die Feuchte des Kathodengases gezogen werden. Durch das Ansteuern von Mitteln zur Beeinflussung der Feuchte 14 (nicht mit abgebildet) kann so direkt die Feuchte des Kathodengases beeinflusst und geregelt werden. Insbesondere ist durch diese Druckmessung bzw. durch die Rückschlüsse von dem gemessenen Druckabfall auf die Feuchte des Kathodengases eine direkte Feuchtemessung durch Feuchtesensoren nicht mehr nötig. Dies stellt einen Vorteil dar, da derartige Feuchtesensoren 23, insbesondere beim Vorliegen von flüssigem Wasser, wenig robust und insbesondere störanfällig sind.

Die Fig. 4a, 4b und 4c zeigen jeweils Messwerte einer Feuchtemessung eines Versuchsaufbaus mit einer Brennstoffzellenanordnung 1. Aufgetragen ist jeweils der Druckabfall des Kathodengases in der Kathode 11 einer Brennstoffzelle 10 der Brennstoffzellenanordnung 1 gegen den Massenstrom des in der Kathode 11 verdampften Wassers. Die drei Fig. 4a, 4b und 4c sind dabei Messungen bei verschiedenen Temperaturen der Brennstoffzelle 10 der Brennstoffzellenanordnung 1 bei konstanter Kathodenstöchiometrie $\lambda = 2,0$. So sind die Messergebnisse aus Fig. 4a bei 45° Celsius, aus Fig. 4b bei 65° Celsius und aus Fig. 4c bei 75° Celsius gemessen worden. Für alle drei Temperaturbereiche ist deutlich sichtbar, dass für verschiedene relative Feuchten, repräsentiert durch die verschiedenen Symbole (Quadrat: relative Feuchte 50%. Dreieck: relative Feuchte 70%, Kreis: relative Feuchte 90%), jeweils zwischen dem Massenstrom und dem Druckabfall ein im Wesentlichen linearer Zusammenhang besteht. Die Steigung der Linearität lässt dabei direkte Rückschlüsse auf die Feuchte des Kathodengases zu.

Die Fig. 5a und 5b zeigen ebenfalls jeweils Messwerte einer Feuchtemessung eines Versuchsaufbaus mit einer Brennstoffzellenanordnung 1. Aufgetragen ist in diesen Figuren jeweils der Druckabfall des Kathodengases in der Kathode 11 einer Brennstoffzelle 10 der Brennstoffzellenanordnung 1 gegen den Massenstrom der in die Kathode 11 eingeleiteten trockenen Luft. Im Gegensatz zu den Messungen in Fig. 4a, 4b und 4c sind dabei die Messungen bei einer konstanten Temperatur von 65° Celsius der Brennstoffzelle 10 der Brennstoffzellenanordnung 1 durchgeführt worden. Verändert wurde hingegen

die Kathodenstöchiometrie. Sie betrug $\lambda = 2,0$ bei der Messung für Fig. 5a beziehungsweise $\lambda = 3,5$ bei der Messung für Fig. 5b. Für beide Kathodenstöchiometrien ist auch bei diesen Messungen deutlich sichtbar, dass für verschiedene relative Feuchten, repräsentiert durch die gleichen Symbole wie in den Fig. 4a, 4b und 4c (Quadrat: relative Feuchte 50%, Dreieck: relative Feuchte 70%, Kreis: relative Feuchte 90%), jeweils zwischen dem Massenstrom der eingeleiteten trockenen Luft und dem Druckabfall ein im Wesentlichen linearer Zusammenhang besteht. Die Steigung der Linearität lässt dabei auch hier direkte Rückschlüsse auf die Feuchte des Kathodengases zu.

Zusammenfassend lässt sich somit aus den Messungen der Fig. 4a, 4b, 4c, 5a und 5b folgern, dass bei konstantem Massenstrom des in der Kathode 11 verdampften Wassers beziehungsweise der in die Kathode 11 eingeleiteten trockenen Luft sich somit ein Druckverlust bei ansonsten konstanten Betriebsbedingungen im Wesentlichen abhängig von der Feuchte der Kathode 11 einstellt. Diese Zusammenhänge, auch die Abhängigkeiten von den Betriebsbedingungen wie Temperatur oder Kathodenstöchiometrie, können daher genutzt werden, um die Feuchte des Kathodengases zu bestimmen und gegebenenfalls Mittel zur Beeinflussung der Feuchte 14 anzusteuern, um diese Feuchte zu regeln.

In Fig. 6 ist ein schematisches Entscheidungsdiagramm zur Steuerung der Feuchte in einem Mittel zur Beeinflussung der Feuchte 14 in einem Kathodengas gezeigt. Ein derartiges Entscheidungsdiagramm kann dabei insbesondere in einer Auswerteeinheit einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung 1 abgearbeitet werden. Dabei stellt N_{vap} das Verhältnis von in der Kathode 11 verdampftem zu in der Kathode 11 erzeugtem Wasser dar. Wie in den Fig. 4a, 4b und 4c gezeigt, ist der Massenstrom an verdampftem Wasser in der Kathode 11 im Wesentlichen linear zum Druckverlust des Kathodengases in der Kathode 11. Dieser Druckverlust kann durch die Drucksensoren 20, 21, die auch als ein Differenzdrucksensor 20, 21 ausgebildet sein können, ermittelt werden. Der Massenstrom an produziertem Wasser kann einfach über die Faraday-Gleichung aus der molaren Masse von Dampf, den in der Brennstoffzelle 10 erzeugten Strom und der Faraday-Konstanten ermittelt werden. $N_{\text{vap,max}}$ und $N_{\text{vap,min}}$ sind jeweils Grenzwerte, die in einer Auswerteeinheit der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung 1 mit dem gemessenen Verhältnis N_{vap} verglichen

werden können. Wird in einem ersten Schritt festgestellt, dass das gemessene Verhältnis N_{vap} größer ist als ein maximaler Grenzwert $N_{\text{vap,max}}$, so wird angenommen, dass die Feuchte im Kathodenfluid nicht ausreichend hoch ist. Dies ist darin begründet, da bei einem derartigen Verhältnis im Vergleich zum produzierten Wasser zu viel Wasser verdampft. Dies bedeutet eine hohe beziehungsweise zu hohe Verdunstungsrate innerhalb der Kathode 11. Das Mittel zur Beeinflussung der Feuchte 14 wird somit dahin gehend angesteuert bzw. geregelt, dass durch das Mittel 14 die Feuchte des Kathodengases erhöht wird. Die Mittel 14 können dabei selbstverständlich auch dahingehend ausgebildet sein, die Feuchte zusätzlich und/oder alternativ durch Veränderung der Betriebsgrößen Kathodenstöchiometrie, Kathodendruckniveau und/oder Temperatur zu beeinflussen. Ist das ermittelte Verhältnis N_{vap} kleiner oder gleich als der obere Grenzwert $N_{\text{vap,max}}$, so wird in einem nächsten Schritt verglichen, ob das ermittelte Verhältnis N_{vap} kleiner ist als ein minimaler Grenzwert $N_{\text{vap,min}}$. Ist dies der Fall, so wird das Mittel zur Beeinflussung der Feuchte 14 dahin gehend angesteuert bzw. geregelt, dass durch das Mittel 14 die Feuchte des Kathodengases reduziert wird. Fällt der zweite Vergleich negativ aus, und ist somit das ermittelte Verhältnis N_{vap} zwischen den beiden Grenzwerten $N_{\text{vap,max}}$ und $N_{\text{vap,min}}$, so wird angenommen, dass die Feuchte des Kathodengases sich in einem Bereich befindet, in dem ein idealer bzw. im Wesentlichen idealer Betrieb der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung 1 möglich ist. Es ergeht in diesem Fall keine Regelung bzw. Ansteuerung des Mittels zur Beeinflussung der Feuchte 14 und die bestehende Feuchte im Kathodengas wird beibehalten. Auf diese Art ist es möglich, insbesondere bei ansonsten konstanten Betriebsbedingungen, allein durch zwei Druckmessungen durch den ersten Drucksensor 20 und den zweiten Drucksensor 21 oder durch eine Differenzdruckmessung durch einen Differenzdrucksensor 20, 21, auf die Feuchte des Kathodengases zurückzuschließen. Auf eine direkte Messung der Feuchte des Kathodengases durch einen störanfälligen Feuchtesensor 23 kann somit verzichtet werden.

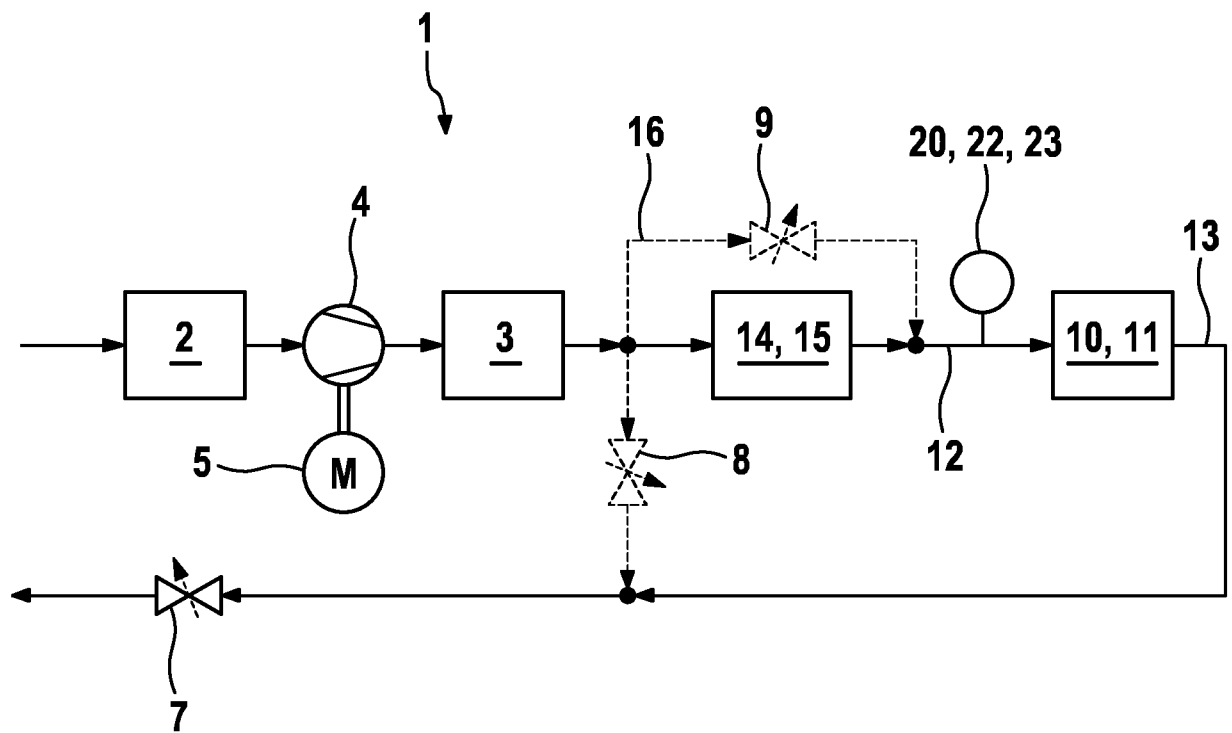
Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Regeln einer Feuchte eines Kathodengases einer Brennstoffzellenanordnung (1), wobei die Brennstoffzellenanordnung (1) zumindest eine Brennstoffzelle (10) mit einer Kathode (11), eine Kathodengaszuleitung (12) und eine Kathodengasableitung (13) aufweist, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - 10 a) Messen eines Drucks des Kathodengases vor der Kathode (11),
 - b) Messen eines Drucks des Kathodengases nach der Kathode (11),
 - c) Ermitteln des Druckverlustes des Kathodengases in der Kathode (11) aus den Messergebnissen,
 - d) Bestimmen der aktuellen Feuchte des Kathodengases basierend auf dem ermittelten Druckverlust,
 - 15 e) Einstellen der Feuchte des Kathodengases basierend auf der bestimmten aktuellen Feuchte.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) des Verfahrens ein in der Kathode (11) der Brennstoffzelle (10) verdampfter Wassermassenstrom bestimmt wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) ein Verhältnis (N_{vap}) von in der Kathode (11) verdampftem zu in der Kathode (11) erzeugtem Wasser bestimmt wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) das Verhältnis (N_{vap}) mit einem unteren ($N_{\text{vap,min}}$) und/oder einem oberen Grenzwert ($N_{\text{vap,max}}$) verglichen wird.
- 35 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt e) das Einstellen der Feuchte basierend auf einem Ergebnis des Vergleichs vorgenommen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt e) zum Einstellen der Feuchte eine Drosselklappe (7) der Brennstoffzellenanordnung (1) und/oder ein Befeuchter (15) der Brennstoffzellenanordnung (1) angesteuert werden und/oder dass eine

Stöchiometrie und/oder eine Temperatur des Kathodengases verändert werden.

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Kathodengases über die Temperatur eines Kühlmittels der Brennstoffzelle (10) verändert wird und/oder dass der Befeuchter (15) der Brennstoffzellenanordnung (1) einen Bypass (16) aufweist, welcher zur Einstellung der Feuchte des Kathodengases angesteuert wird.
- 10 8. Brennstoffzellenanordnung (1) aufweisend zumindest eine Brennstoffzelle (10) mit einer Kathode (11), eine Kathodengaszuleitung (12), eine Kathodengasableitung (13), einen ersten Drucksensor (20) in der Kathodengaszuleitung (11), einen zweiten Drucksensor (21) in der Kathodengasableitung (13), eine Auswerteeinheit sowie Mittel (14) zur
- 15 Beeinflussung der Feuchte des Kathodengases, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzellenanordnung (1) zur Ausführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.
- 20 9. Brennstoffzellenanordnung (1) gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (14) zur Beeinflussung der Feuchte des Kathodengases eine Drosselklappe (7) der Brennstoffzellenanordnung (1) und/oder einen Befeuchter (15) und/oder einen Bypass (16) eines Befeuchters (15) und/oder eine Einheit zur Änderung der Stöchiometrie des Kathodengases und/oder eine Einheit zur Änderung der Temperatur des Kathodengases aufweisen.

1 / 5

**FIG. 1**

Stand der Technik

2 / 5

FIG. 2

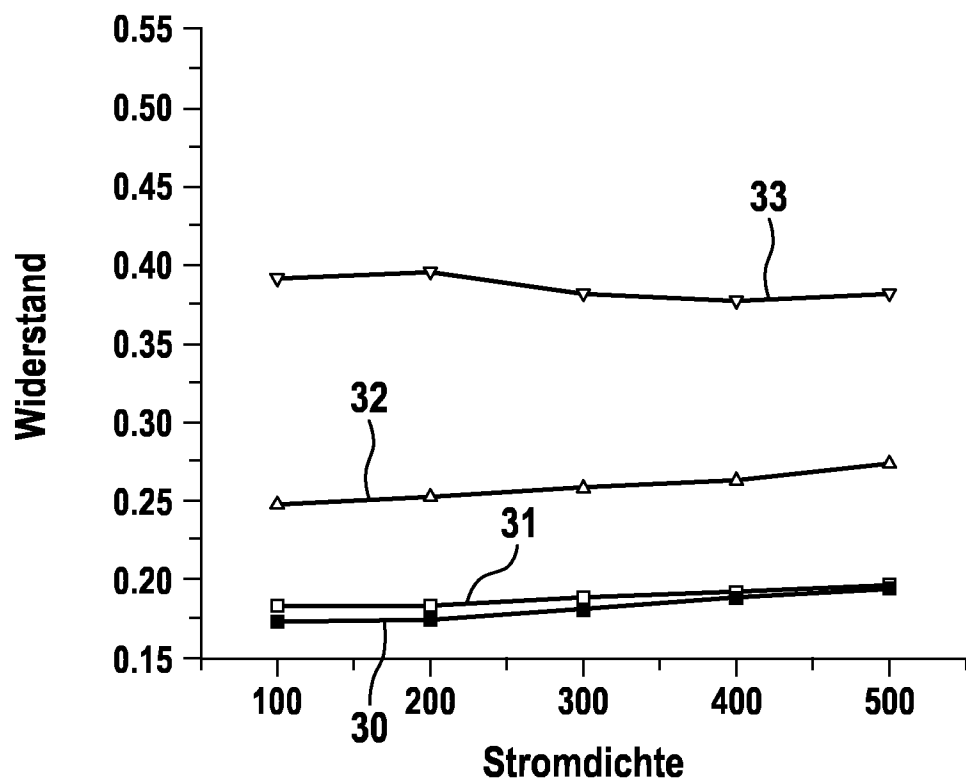


FIG. 3

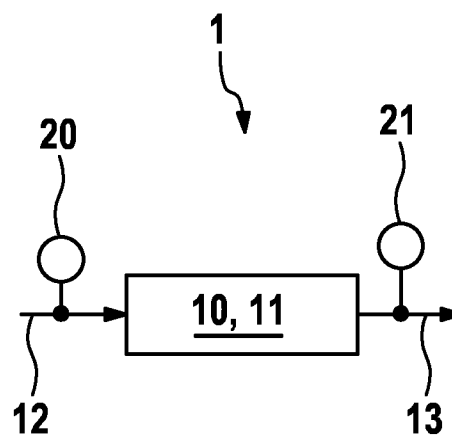
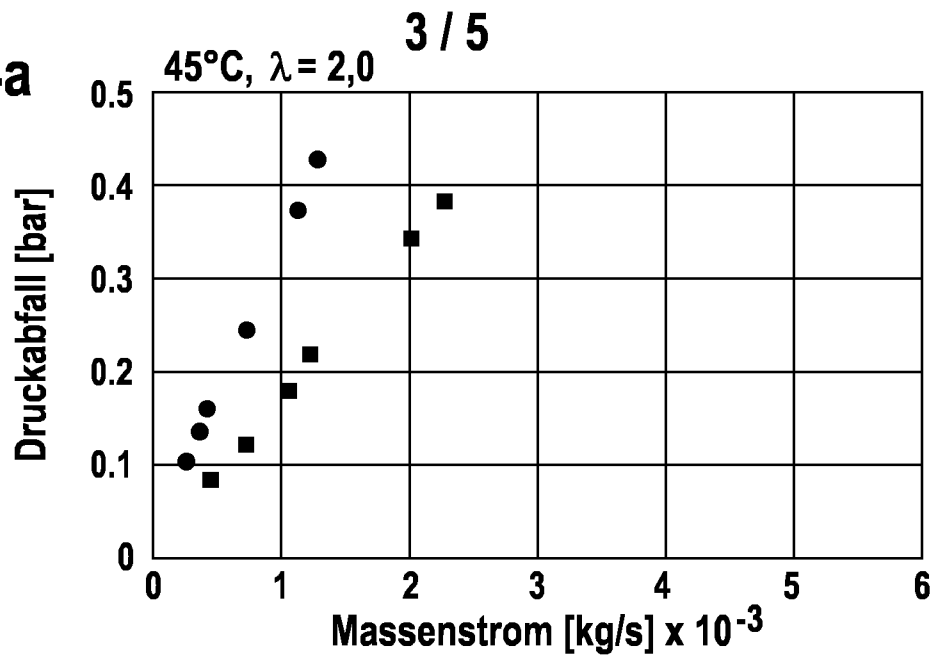
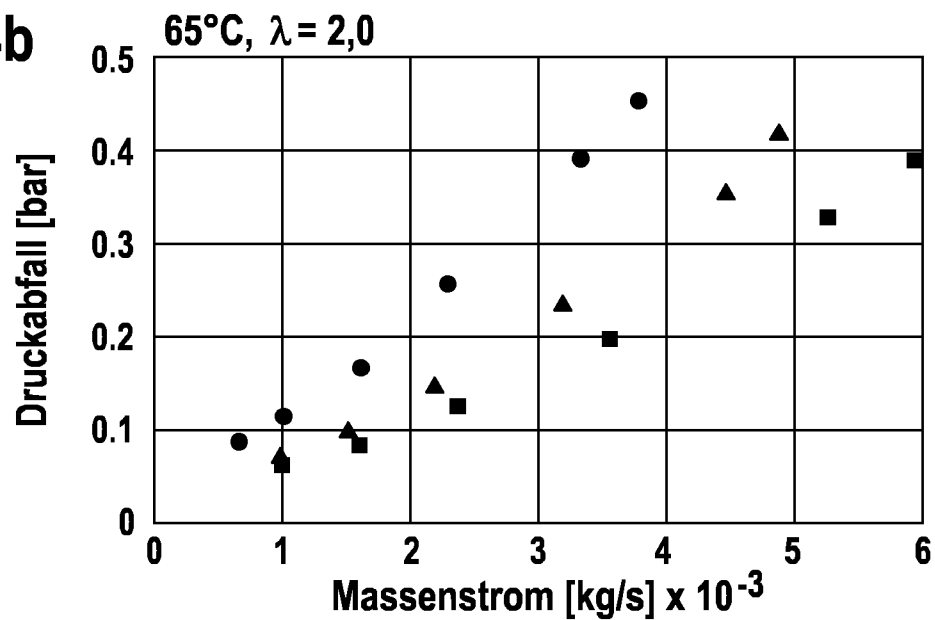
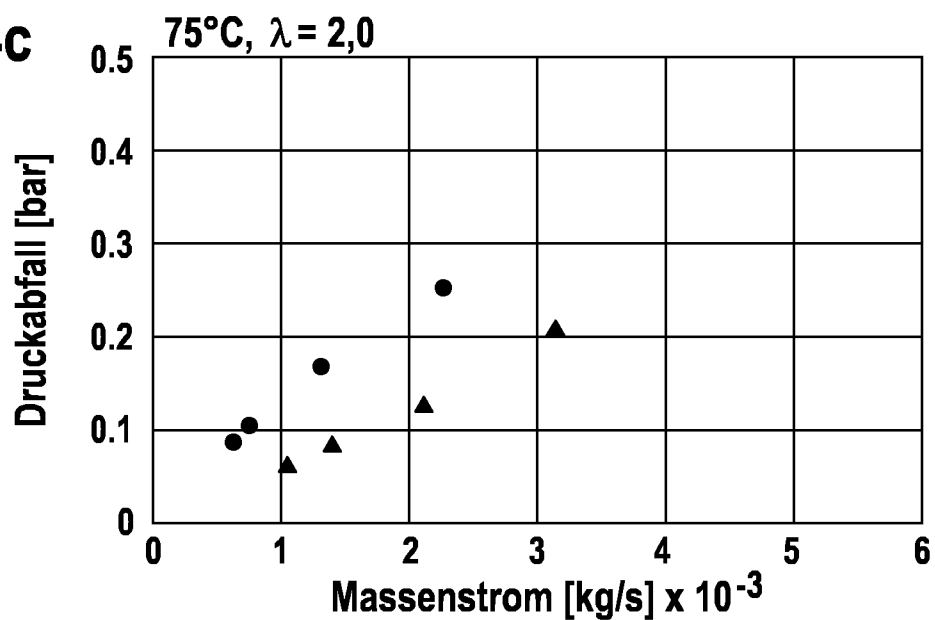


FIG. 4a**FIG. 4b****FIG. 4c**

4 / 5

FIG. 5a

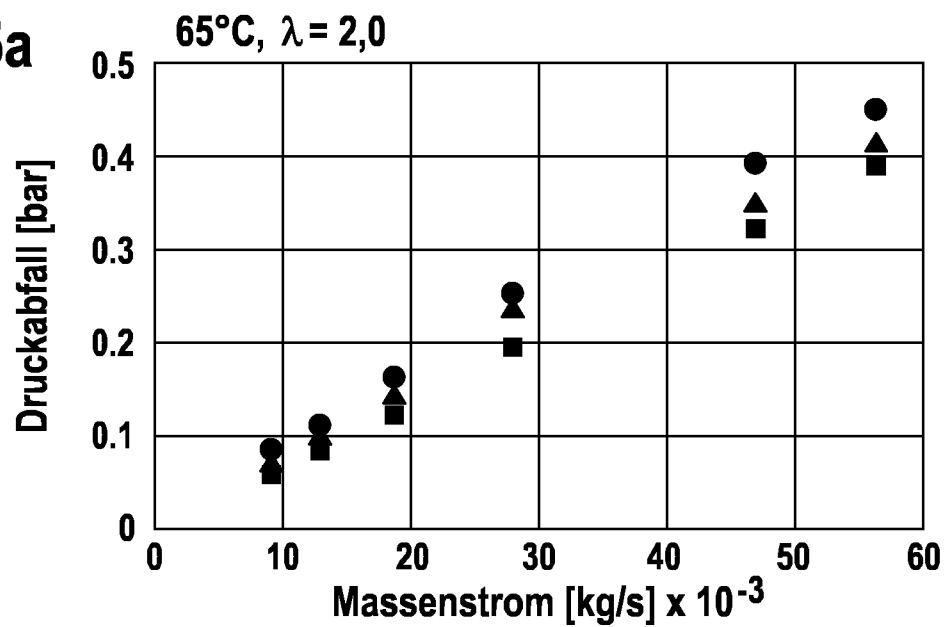
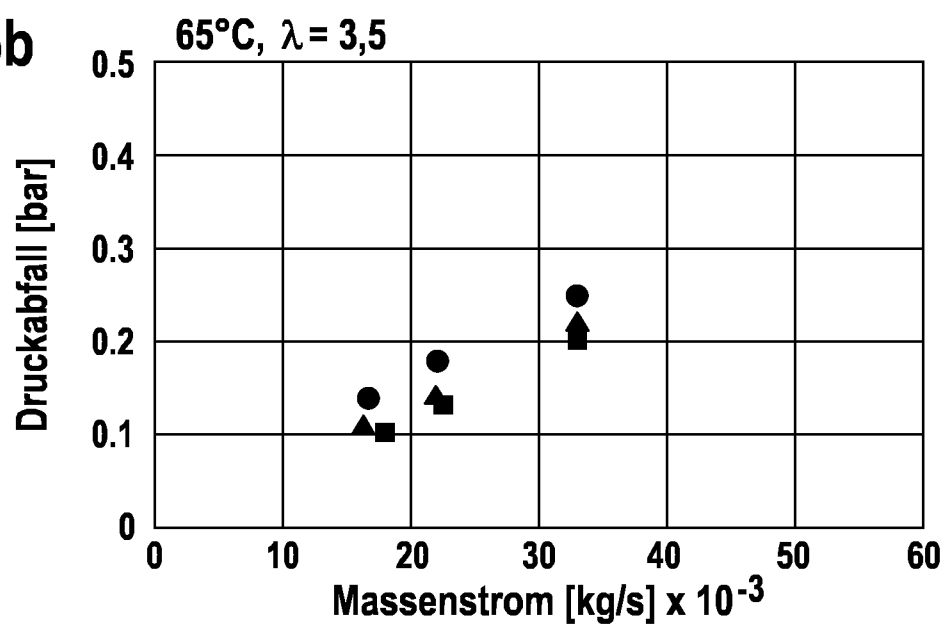


FIG. 5b



5 / 5

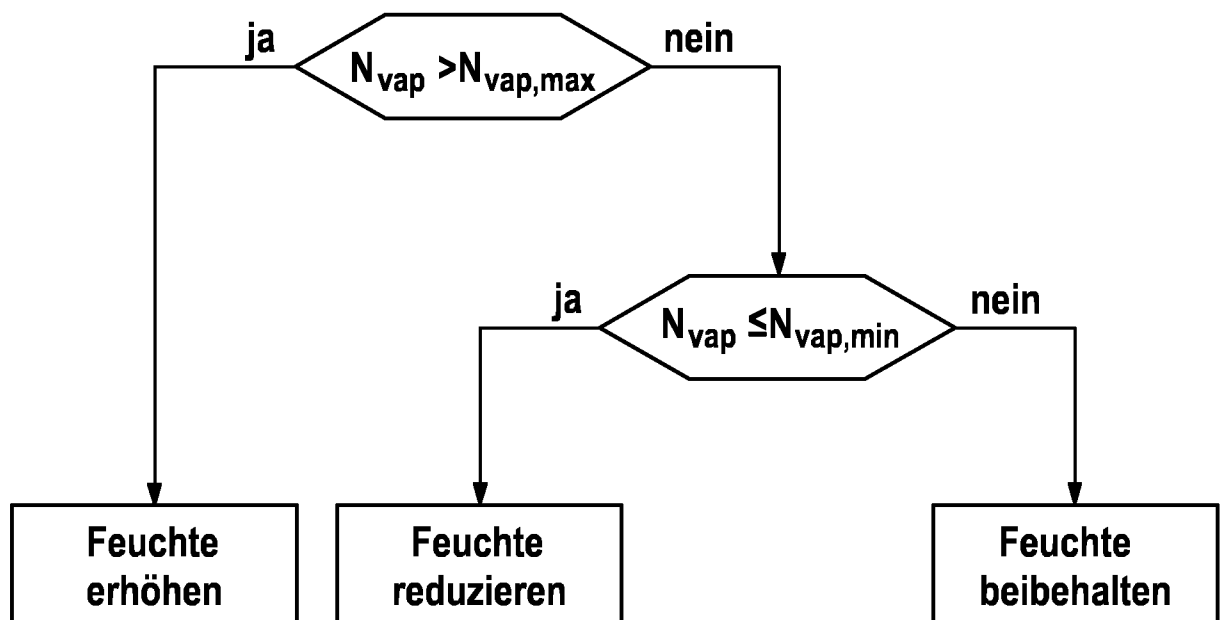


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/051533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M8/04
ADD. H01M8/10

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 practicable, 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 6 103 409 A (DIPIERNO BOSCO ANDREW [US] ET AL) 15 August 2000 (2000-08-15) column 4, line 34 - column 6, line 24; figures 1-3	1-5,8
X	DE 10 2009 026590 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 December 2010 (2010-12-02) paragraph [0010] - paragraph [0011] paragraph [0013] paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0028] - paragraph [0029] paragraph [0036] - paragraph [0037]	1,6-9
X	JP 2005 093231 A (HONDA MOTOR CO LTD) 7 April 2005 (2005-04-07) abstract; figures 1,2 paragraph [0026] - paragraph [0028] paragraph [0030]	1,8
	- / - -	



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 application or patent 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

8 April 2014

Date of mailing of the international search report

15/04/2014

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

Maxisch, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/051533

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2006 022825 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 23 November 2006 (2006-11-23) paragraph [0011] paragraph [0031] paragraph [0042] - paragraph [0043] paragraph [0057] - paragraph [0059] -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/051533

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6103409 A	15-08-2000	CA 2259820 A1	10-08-1999
		DE 69924908 D1	02-06-2005
		DE 69924908 T2	16-02-2006
		EP 0948069 A2	06-10-1999
		JP 3098510 B2	16-10-2000
		JP H11273700 A	08-10-1999
		US 6103409 A	15-08-2000

DE 102009026590 A1	02-12-2010	DE 102009026590 A1	02-12-2010
		WO 2010136247 A1	02-12-2010

JP 2005093231 A	07-04-2005	JP 4498708 B2	07-07-2010
		JP 2005093231 A	07-04-2005

DE 102006022825 A1	23-11-2006	DE 102006022825 A1	23-11-2006
		US 2006263654 A1	23-11-2006
		US 2011207010 A1	25-08-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01M8/04

ADD. H01M8/10

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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 6 103 409 A (DIPIERNO BOSCO ANDREW [US] ET AL) 15. August 2000 (2000-08-15) Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 6, Zeile 24; Abbildungen 1-3	1-5,8
X	DE 10 2009 026590 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) Absatz [0010] - Absatz [0011] Absatz [0013] Absatz [0017] - Absatz [0019] Absatz [0028] - Absatz [0029] Absatz [0036] - Absatz [0037]	1,6-9
X	JP 2005 093231 A (HONDA MOTOR CO LTD) 7. April 2005 (2005-04-07) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Absatz [0026] - Absatz [0028] Absatz [0030]	1,8
	----- -/-	



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum 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 Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren 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

8. April 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/04/2014

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

Maxisch, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2006 022825 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 23. November 2006 (2006-11-23) Absatz [0011] Absatz [0031] Absatz [0042] - Absatz [0043] Absatz [0057] - Absatz [0059] -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/051533

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6103409 A	15-08-2000	CA 2259820 A1	10-08-1999
		DE 69924908 D1	02-06-2005
		DE 69924908 T2	16-02-2006
		EP 0948069 A2	06-10-1999
		JP 3098510 B2	16-10-2000
		JP H11273700 A	08-10-1999
		US 6103409 A	15-08-2000

DE 102009026590 A1	02-12-2010	DE 102009026590 A1	02-12-2010
		WO 2010136247 A1	02-12-2010

JP 2005093231 A	07-04-2005	JP 4498708 B2	07-07-2010
		JP 2005093231 A	07-04-2005

DE 102006022825 A1	23-11-2006	DE 102006022825 A1	23-11-2006
		US 2006263654 A1	23-11-2006
		US 2011207010 A1	25-08-2011
