



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 008 870 A1** 2009.09.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 008 870.6**

(22) Anmeldetag: **13.02.2008**

(43) Offenlegungstag: **03.09.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01M 8/04** (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE; Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich., US

(74) Vertreter:

Patentanwälte Valentin Bogert, Klaus-Peter Kocher, Bernd Straub, Matthias Schrauf, 70327 Stuttgart

(72) Erfinder:

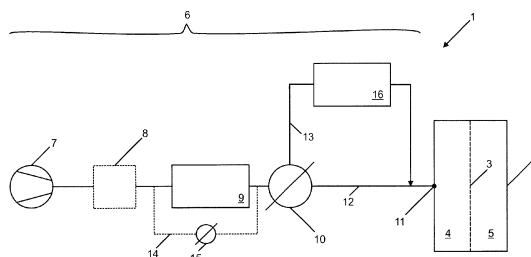
Heidrich, Hans-Jörg, Dr. rer.nat., 89075 Ulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Brennstoffzellenversorgung, Brennstoffzellenvorrichtung mit der Brennstoffzellenversorgung sowie Verfahren zum Betrieb der Brennstoffzellenvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Brennstoffzellenversorgung zur Zuführung eines Oxidationsmittels zu einer Brennstoffzellenanordnung vorzuschlagen, welche einen betriebssicheren und verschleißarmen Start bzw. Abschaltvorgang der Brennstoffzellenanordnung erlaubt.

Hierzu wird eine Brennstoffzellenversorgung 6 zur Zuführung eines Oxidationsmittels zu einer Brennstoffzellenanordnung 2 mit einer Strömungsmaschine 7 zur Beschleunigung und/oder Druckerhöhung des Oxidationsmittels und mit einer Befeuchtungseinrichtung 9 zur Befeuchtung des Oxidationsmittels vorgeschlagen, wobei die Befeuchtungseinrichtung 9 strömungstechnisch zwischen der Strömungsmaschine 7 und der Brennstoffzellenanordnung 2 geschaltet und/oder schaltbar ist, und mit einer Entfeuchtungseinrichtung 16, welche zur Entfeuchtung des Oxidationsmittels ausgebildet und/oder angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenversorgung zur Zuführung eines Oxidationsmittels zu einer Brennstoffzellenanordnung mit einer Strömungsmaschine zur Beschleunigung und/oder Druckerhöhung des Oxidationsmittels und mit einer Befeuchtungseinrichtung zur Befeuchtung des Oxidationsmittels, wobei die Befeuchtungseinrichtung strömungstechnisch zwischen der Strömungsmaschine und der Brennstoffzellenanordnung geschaltet und/oder schaltbar ist. Die Erfindung betrifft im Weiteren eine Brennstoffzellenvorrichtung mit der Brennstoffzellenversorgung sowie ein Verfahren zu deren Betrieb.

[0002] Brennstoffzellensysteme können als Energiegeneratoren zur Erzeugung der Antriebsenergie von Fahrzeugen eingesetzt werden. In den Brennstoffzellensystemen wird ein elektrochemischer Vorgang umgesetzt, wobei ein Brennstoff, meist Wasserstoff, mit einem Oxidationsmittel, meist Umgebungsluft oder Sauerstoff, umgesetzt wird, wobei aus chemischer Energie elektrische Energie gewandelt wird.

[0003] Eine maßgebliche Rolle bei der Energieumwandlung spielt dabei eine protonenleitende Membran, welche in den Brennstoffzellensystemen zwischen Anoden- und Kathodenbereichen angeordnet ist. Diese Membran stellt einen verschleißanfälligen Bestandteil der Brennstoffzellensysteme dar. Im Betrieb der Brennstoffzellensysteme muss darauf geachtet werden, dass diese Membran nicht austrocknet, da der vorzeitige Verschleiß dadurch beschleunigt wird. Aus diesem Grund ist es üblich, dass die Oxidationsmittelversorgungen der Brennstoffzellensysteme eine Vorrichtung zur Befeuchtung des zugeführten Oxidationsmittels aufweisen.

[0004] Während im stationären Betrieb die Befeuchtung des Oxidationsmittels ausreichend genau gesteuert werden kann, stellen der Start beziehungsweise das Herunterfahren des Brennstoffzellensystems eine besondere Herausforderung dar.

[0005] Die Druckschrift US 7,141,326 B2 betrifft ein Brennstoffzellensystem mit einer Aufwärmvorrichtung für eine Brennstoffzelle, wobei im Speziellen auf das Problem des Starts des Brennstoffzellensystems eingegangen wird. Die Druckschrift schlägt vor, Umgebungsluft zunächst über einen Kompressor zu verdichten, danach über einen Intercooler abzukühlen, zu befeuchten und schließlich der Brennstoffzelle zu zuführen. Um ein rasches Aufwärmen des Brennstoffzellensystems zu erreichen, wird zum einen offenbart, einen Bypass zu dem Intercooler vorzusehen, welcher insbesondere beim Betriebsstart aktiviert wird, um das Oxidationsmittel mit hoher Temperatur in die Brennstoffzelle einzubringen. Des Weiteren wird vorgeschlagen, einen Wärmetauscher zwi-

schen der Oxidationsmittelzuführung und der Brennstoffzuführung zu integrieren, so dass Wärmeenergie von dem Oxidationsmittel an den Brennstoff abgegeben wird, um eine zu hohe Temperaturdifferenz zwischen Kathodenbereich und Anodenbereich zu vermeiden.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Brennstoffzellenversorgung zur Zuführung eines Oxidationsmittels zu einer Brennstoffzellenanordnung vorzuschlagen, welche einen betriebssicheren und verschleißarmen Start bzw. Abschaltvorgang der Brennstoffzellenanordnung erlaubt.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Brennstoffzellenversorgung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einer Brennstoffzellenvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 13 sowie mit einem Verfahren zum Abschalten und/oder Starten der Brennstoffzellenvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0008] Die erfindungsgemäße Brennstoffzellenversorgung ist zur Zuführung eines Oxidationsmittels, vorzugsweise Umgebungsluft und/oder Sauerstoff, zu einer Brennstoffzellenanordnung geeignet und/oder ausgebildet. Die Brennstoffzellenanordnung umfasst mindestens eine Brennstoffzelle, welche einen Kathodenbereich, einen Anodenbereich sowie eine Membran, insbesondere eine PEM (Proton-Exchange-Membran) aufweist.

[0009] Die Brennstoffzellenversorgung umfasst eine Strömungsmaschine, welche zur Beschleunigung und/oder Druckerhöhung des Oxidationsmittels ausgebildet und/oder angeordnet ist. Die Strömungsmaschine ist bevorzugt als ein Kompressor, insbesondere als ein Schraubenkompressor ausgebildet.

[0010] Zudem umfasst die Brennstoffzellenversorgung eine Befeuchtungseinrichtung, welche eine Befeuchtung des Oxidationsmittels umsetzt, also den Feuchtegehalt des Oxidationsmittels durch Zuführung von Wasser erhöht. Unter Feuchtegehalt wird vorzugsweise eine Kenngröße für den Quotient zwischen Flüssigkeits- bzw. Wassermenge in einer bestimmten Oxidationsmittelmenge bzw. -masse geteilt durch diese Oxidationsmittelmenge bzw. -masse verstanden.

[0011] Die Befeuchtungseinrichtung ist strömungstechnisch zwischen der Strömungsmaschine und der Brennstoffzellenanordnung geschaltet und/oder schaltbar, insbesondere temporär zuschaltbar, angeordnet, wobei das beschleunigte und/oder druckerhöhte Oxidationsmittel befeuchtet wird. Die Befeuchtungseinrichtung kann beliebig ausgebildet sein, bei-

spielsweise als eine Absorptions-Desorptions-Einrichtung, welche die Feuchtigkeit aus der feuchten Kathodenabluft oder dem Anodenkreislauf entnimmt. Die Befeuchtungseinrichtung kann die zuzuführende Feuchtigkeit jedoch auch aus einem Vorratsbehälter entnehmen.

[0012] Der Erfindung folgend wird vorgeschlagen, in die Brennstoffzellenversorgung eine Entfeuchtungseinrichtung zu integrieren, welche zur Entfeuchtung des Oxidationsmittels, insbesondere des der Brennstoffzellenanordnung zuzuführenden Oxidationsmittels ausgebildet und/oder angeordnet ist.

[0013] Eine Überlegung der Erfindung ist es, dass der Feuchtegehalt des der Brennstoffzellenanordnung zugeführten Oxidationsmittels für eine optimale Betriebsweise nicht immer konstant sein, sondern in Abhängigkeit des Betriebszustandes angepasst werden sollte. Beispielsweise ist es sinnvoll, in Abhängigkeit der Stromlast den Feuchtegehalt einzustellen, also unterschiedliche Feuchtegehalte bei Teillast oder Vollast zu wählen. Dies kann durch die Erfindung erreicht werden.

[0014] Eine weitere Überlegung der Erfindung ist es, dass durch eine Verringerung des Feuchtegehalts in dem Oxidationsmittel der Taupunkt für das befeuchtete Oxidationsmittel herabgesetzt wird, so dass Probleme bei einem Gefrierstart durch ein Kondensieren und Anfrieren von Feuchtigkeit in der Brennstoffzellenanordnung vermieden werden. Ansonsten könnte die Gefahr bestehen, dass die Gaswege zufrieren, wodurch eine weitere Versorgung der Brennstoffzellenanordnung mit Reaktionsgasen teilweise oder vollständig unterbunden wird. Ferner ist es wünschenswert und bei bestimmten Ausführungsformen der Erfindung möglich, bei einer Abschaltung des Systems die Brennstoffzellenanordnung innerlich zu trocknen, so dass nach dem Abschalten der Brennstoffzellenanordnung keine oder nur wenig unerwünschte Feuchtigkeit verbleibt.

[0015] Nachdem die Befeuchtungseinrichtungen zum Teil schlecht steuerbar sind, wird vorgeschlagen, eine Entfeuchtungseinrichtung zu integrieren, welche – insbesondere in Abhängigkeit von Steuersignalen – eine Entfeuchtung des Oxidationsmittels vornimmt. Optional kann vorgesehen sein, dass zunächst die Befeuchtungseinrichtung gedrosselt wird bzw. die Wirkung der Befeuchtungseinrichtung minimiert wird – zum Beispiel mittels einer Bypass-Leitung um die Befeuchtungseinrichtung – und die Entfeuchtungseinrichtung nur zugeschaltet wird, wenn eine weitere Absenkung des Feuchtegehalts notwendig ist.

[0016] Es ist besonders bevorzugt, wenn die Entfeuchtungseinrichtung strömungstechnisch nach der Befeuchtungseinrichtung angeordnet ist, also strom-

abwärts zwischen der Befeuchtungseinrichtung und der Brennstoffzellenanordnung arrangiert ist. An dieser Position hat das Oxidationsmittel seinen maximalen Feuchtegehalt, so dass die Entfeuchtungseinrichtung eine sehr gute Wirkung entfalten kann.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Entfeuchtungseinrichtung zuschaltbar ausgebildet. Bei einer möglichen Alternative kann die Entfeuchtungseinrichtung durch Aktivierung zugeschaltet werden. Bei einer anderen Alternative wird die Entfeuchtungseinrichtung strömungstechnisch zugeschaltet, beispielsweise indem die Entfeuchtungseinrichtung in einem zuschaltbaren Zweig der Brennstoffzellenversorgung angeordnet ist, welcher durch ein Ventil o. ä. zugeschaltet werden kann.

[0018] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist die Entfeuchtungseinrichtung in der Befeuchtungseinrichtung integriert und/oder unmittelbar mit der Entfeuchtungseinrichtung gekoppelt. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird darauf abgezielt, eine Aufnahme von Feuchtigkeit durch das Oxidationsmittel in der Befeuchtungseinrichtung zu vermeiden. Die Befeuchtungseinrichtung wird dabei parallel zu der Befeuchtungseinrichtung angeordnet, so dass beide Einrichtungen in einem Stoff- und/oder Wärmeaustausch stehen. Damit setzt die Entfeuchtungseinrichtung die Befeuchtungswirkung der Befeuchtungseinrichtung herunter, so dass das Oxidationsmittel einen niedrigeren Feuchtegehalt stromabwärts der Be- bzw. Entfeuchtungseinrichtung aufweist.

[0019] Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die Brennstoffzellenversorgung eine Kühleinrichtung auf, welche strömungstechnisch nach der Strömungsmaschine, jedoch vor der Entfeuchtungseinrichtung angeordnet ist. Die Kühleinrichtung ist beispielsweise als Kryostat oder Wärmetauscher ausgebildet. Durch die Aktivierung der Kühleinrichtung wird die Temperatur des Oxidationsmittels herabgesetzt, so dass die relative bzw. die absolute Luftfeuchtigkeit, also der Quotient zwischen einer Flüssigkeits- bzw. Wassermenge in einem bestimmten Oxidationsmittelvolumen geteilt durch das Volumen, ansteigt und die nachgeschaltete Entfeuchtungseinrichtung einen besseren Wirkungsgrad aufweist. Die Kühleinrichtung kann optional separat zu einem Intercooler und/oder einem Ladeluftkühler vorgesehen sein.

[0020] Bei einer möglichen Ausführungsform ist die Kühleinrichtung bereits vor der Befeuchtungseinrichtung angeordnet, so dass durch eine Abkühlung des Oxidationsmittels die Gesamtaufnahme von Feuchtigkeit in der Befeuchtungseinrichtung minimiert ist. Bei einer abgewandelten Ausführungsform ist die Kühleinrichtung erst nach der Befeuchtungseinrichtung positioniert.

[0021] Bei einer möglichen konstruktiven Realisierung der Erfindung ist die Entfeuchtungseinrichtung als ein Feuchtigkeitspuffer ausgebildet, welcher vorzugsweise temporär die Feuchtigkeit speichert und zu einem späteren Zeitpunkt in der Brennstoffzelleversorgung wieder freigibt. Damit bildet die Entfeuchtungseinrichtung eine temporäre Senke, einen Speicher oder eine Kühlfalle.

[0022] Bei einer anderen konstruktiven Realisierung ist die Entfeuchtungseinrichtung als eine Trocknungsvorrichtung ausgebildet, welche die dem Oxidationsmittel entzogene Feuchtigkeit ableitet und z. B. in die Umwelt abgibt.

[0023] Es kann dabei vorgesehen sein, dass die Entfeuchtungseinrichtung als eine passive, zum Beispiel chemisch oder physikalisch wirkende Vorrichtung ausgebildet ist. Bei anderen Ausführungsformen wird die Entfeuchtungseinrichtung durch Fremdenergie, zum Beispiel elektrische Energie oder mechanische Energie, angetrieben.

[0024] Bei einer möglichen Verkörperung zeigt sich die Entfeuchtungseinrichtung als ein Membrantrockner, ein Enthalpierad, ein insbesondere Wasser verbrauchender, chemischer Reaktor, ein Absorber und/oder ein Adsorber. Ein derartiges Enthalpierad ist beispielsweise aus der Druckschrift US 2002/0050145 A1 oder der US 6,013,385 A bekannt, deren Offenbarung via Referenzierung in die vorliegende Anmeldung übernommen wird.

[0025] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Brennstoffzellenversorgung eine Steuereinrichtung auf, welche zur Steuerung oder Regelung der Entfeuchtungseinrichtung und/oder der Kühleinrichtung ausgebildet ist, wobei bei einer Systemabschaltung oder bei einem Kaltstart, insbesondere einem Gefrierstart, der Brennstoffzellenanordnung die Entfeuchtungseinrichtung und/oder die Kühlvorrichtung, insbesondere zusätzliche Kühlleistung, aktiviert wird.

[0026] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenvorrichtung für den mobilen Einsatz mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Die Brennstoffzellenvorrichtung umfasst eine Mehrzahl von Brennstoffzellen, insbesondere mehr als 100, im Speziellen mehr als 150 Brennstoffzellen und ist insbesondere für ein Fahrzeug geeignet und/oder ausgebildet. Die Brennstoffzellenvorrichtung ist gekennzeichnet durch eine Brennstoffzellenversorgung, wie sie zuvor beschrieben wurde bzw. nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

[0027] Ein letzter Gegenstand der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschalten und/oder Kaltstart, insbesondere Gefrierstart der Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 14, wobei Wasser entziehen-

de Maßnahmen auf das Oxidationsmittel angewendet werden. Ein Kaltstart liegt bevorzugt bei Temperaturen unter 20°C, vorzugsweise unter 10°C und insbesondere unter 0°C vor.

[0028] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkung der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie den beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

[0029] [Fig. 1](#) eine Blockdarstellung einer Brennstoffzellenversorgung als ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0030] [Fig. 2](#) eine Blockdarstellung einer Brennstoffzellenversorgung als ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0031] [Fig. 3](#) eine Blockdarstellung einer Brennstoffzellenversorgung als ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0032] [Fig. 4](#) eine Blockdarstellung einer Brennstoffzellenversorgung als ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0033] [Fig. 5](#) eine Blockdarstellung einer Brennstoffzellenversorgung als ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0034] Gleiche oder einander entsprechende Teile sind jeweils mit gleichen oder einander entsprechenden Bezugszeichen versehen. Optionale Teile sind mit gestrichelten Linien dargestellt.

[0035] Die [Fig. 1](#) zeigt in stark schematisierter Darstellung eine Brennstoffzellenvorrichtung **1** für den mobilen Einsatz, zum Beispiel zur Erzeugung der Energie für den Antriebsstrang eines Fahrzeugs.

[0036] Die Brennstoffzellenvorrichtung **1** umfasst eine Brennstoffzellenanordnung **2**, welche aus einer Vielzahl von Brennstoffzellen besteht, wobei in der [Fig. 1](#) schematisiert nur eine Brennstoffzelle mit einer Membran **3** dargestellt ist, welche einen Kathodenbereich **4** von einem Anodenbereich **5** trennt. Zur Versorgung des Kathodenbereichs **4** mit einem Oxidationsmittel, z. B. Umgebungsluft, weist die Brennstoffzellenvorrichtung **1** eine Brennstoffzellenversorgung **6** auf. Die Brennstoffzellenversorgung **6** umfasst eine Strömungsmaschine **7**, welche beispielsweise als Kompressor, insbesondere als Radialverdichter ausgebildet ist. Optional ist der Strömungsmaschine **7** ein Intercooler **8** – auch Ladeluftkühler genannt – nachgeschaltet, welcher das durch die Strömungsmaschine **7** komprimierte Oxidationsmittel auf eine gewünschte Betriebstemperatur bringt, insbesondere kühlt. Beispielsweise ist der Intercooler **8** an einen Kühlkreislauf der Brennstoffzellenvorrichtung **1** ange-

geschlossen.

[0037] Um eine ausreichende Befeuchtung des komprimierten Oxidationsmittels zu erreichen, weist die Brennstoffzellenversorgung **6** eine Befeuchtungseinrichtung **9** auf. Die Befeuchtungseinrichtung **9** kann in beliebiger Bauweise ausgebildet sein, zum Beispiel als Koppелеlement zu einem Ausgang des Kathodenbereichs **5**, um über eine Absorption-Desorption Feuchtigkeit aus der Kathodenabluft in die Oxidationsmittelzuführung zu pumpen.

[0038] Das komprimierte und befeuchtete Oxidationsmittel wird im normalen Dauerbetrieb, insbesondere bei Volllast, von einer Ventilvorrichtung **10** zu einem Eingang **11** des Kathodenbereichs **4** durchgeleitet. Die Ventilvorrichtung **10** kann zum einen als ein Dreiwegeventil ausgebildet sein, welche den Oxidationsmittelstrom in zwei Teilströme aufteilt, nämlich in eine Hauptleitung **12** und eine Nebenleitung **13**. Alternativ hierzu kann die Ventilvorrichtung auch als ein Absperrventil in der Hauptleitung **12** oder in der Nebenleitung **13** ausgebildet sein, um den Oxidationsmittelstrom zu verteilen. Optional ergänzend kann eine Bypassleitung **14** mit einem Absperrventil **15** um die Befeuchtungseinrichtung **9** vorgesehen sein.

[0039] Die Nebenleitung **13** führt über eine Entfeuchtungseinrichtung **16**, welche dem komprimierten und befeuchteten Oxidationsmittel Feuchtigkeit entzieht, also den Feuchtegehalt reduziert. Die Entfeuchtungseinrichtung **16** kann als eine temporäre Entfeuchtungseinrichtung, welche pufferartig die Feuchtigkeit zwischengespeichert oder eine dauerhafte Entfeuchtungseinrichtung ausgebildet sein, welche die entzogene Feuchtigkeit aus der Brennstoffzellenversorgung **6** abführt. Nach dem Durchströmen der Entfeuchtungseinrichtung **16** wird das entfeuchtete Oxidationsmittel zu dem Kathodenbereichseingang **11** geleitet.

[0040] Im Betrieb kann die Brennstoffzellenversorgung **6** so kontrolliert werden, dass bei Sonderbetriebszuständen, insbesondere bei einem Systemstart oder bei einer Systemabschaltung der Brennstoffzellenvorrichtung **1**, ein entfeuchtetes Oxidationsmittel in den Kathodenbereich **4** geleitet wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die Befeuchtungsleistung der Befeuchtungseinrichtung **9** herabgesetzt wird, beispielsweise durch Nutzung der Bypassleitung **14** oder durch unmittelbare Abregelung der Befeuchtungseinrichtung **9**. Das nicht oder nur wenig befeuchtete Oxidationsmittel wird dann über die Ventilvorrichtung **10** in die Nebenleitung **13** geführt und durchströmt die Entfeuchtungseinrichtung **16**, um den Feuchtegehalt weiter zu verringern. Das entfeuchtete Oxidationsmittel wird schließlich in den Kathodeneingang **11** geleitet.

[0041] Besonders vorteilhaft ist dieses Vorgehen

bei einem Gefrierstart einzusetzen, da durch die Entfeuchtung des Oxidationsmittels der Taupunkt des Oxidationsmittels herabgesetzt wird und ein Kondensieren in dem kalten Kathodenbereich **4** und ein mögliches Zufrieren der Gaswege vermieden wird. Auf diese Weise ist auch bei einem Gefrierstart, also insbesondere bei Temperaturen der Brennstoffzellenanordnung **2** unter 0°C, ein sicherer Systemstart der Brennstoffzellenvorrichtung **1** möglich.

[0042] Die [Fig. 2](#) zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Brennstoffzellenversorgung **6**. Im Vergleich zu dem ersten Ausführungsbeispiel in der [Fig. 1](#) weist die Brennstoffzellenversorgung **6** in der [Fig. 2](#) zusätzlich eine Kühleinrichtung **17** auf, welche strömungstechnisch vor der Befeuchtungseinrichtung **9** geschaltet ist. Durch die zusätzliche, insbesondere nach dem optionalen Intercooler **8** geschaltete Kühleinrichtung **17** wird bei einem Systemstart, einer Systemabschaltung oder einem Gefrierstart das komprimierte Oxidationsmittel zusätzlich gekühlt, um eine Feuchtigkeitsaufnahme in der Befeuchtungseinrichtung **9** zu verringern. Alternativ zu der Kühleinrichtung **17** kann auch der Intercooler **8** so angesteuert werden, dass dieser seine Kühlleistung verstärkt. Vorzugsweise wird das Oxidationsmittel auf Temperaturen unter 50°C, insbesondere unter 30°C gekühlt.

[0043] Die [Fig. 3](#) zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches sich von dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung dadurch unterscheidet, dass die Kühleinrichtung **17** in der Nebenleitung **13** vor der Entfeuchtungseinrichtung **16** angeordnet ist. Für eine Trocknung des Oxidationsmittels wird bei diesem Ausführungsbeispiel vorgeschlagen, das befeuchtete oder nur schwach befeuchtete Oxidationsmittel aktiv zu kühlen, um dessen relative Luftfeuchtigkeit zu erhöhen, so dass die Entfeuchtungseinrichtung **16** wirksamer arbeiten kann. Bei abgewandelten Ausführungsformen kann auch die Entfeuchtungseinrichtung **16** und die Kühleinrichtung **17** gemeinsam eine Kühlfalle **17** bilden.

[0044] Die [Fig. 4](#) zeigt in ähnlicher Darstellung ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei im Vergleich zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen die Entfeuchtungseinrichtung **16** unmittelbar auf der Befeuchtungseinrichtung **9** aufgesetzt ist bzw. parallel dazu angeordnet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel stehen Ent- und Befeuchtungseinrichtung **16** bzw. **9** in einem Stoff- und/oder Wärmeaustausch, wobei die Entfeuchtungseinrichtung **16** die Befeuchtungswirkung der Befeuchtungseinrichtung **9** herabsetzt oder kompensiert, so dass keine oder nur wenig Feuchtigkeit durch die Befeuchtungseinrichtung **9** in das Oxidationsmittel eingebracht wird. Durch Aktivierung der Entfeuchtungseinrichtung **16** wird die Feuchtigkeit in dem Oxidationsmittel niedrig gehalten und der Taupunkt des der Brennstoffzellenanordnung **2** zugeführten Oxidationsmit-

tels schnell verringert.

[0045] Die [Fig. 5](#) zeigt ein letztes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei der kombinierten Ent-/Befeuchtungseinrichtung **9, 16** eine zusätzliche Kühleinrichtung **17** vorgeschaltet ist, um die Feuchtigkeitsaufnahme-fähigkeit des Oxidationsmittels durch Kühlung herabzusetzen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|-----------------------------|
| 1 | Brennstoffzellenvorrichtung |
| 2 | Brennstoffzellenanordnung |
| 3 | Membran |
| 4 | Kathodenbereich |
| 5 | Anodenbereich |
| 6 | Brennstoffzellenversorgung |
| 7 | Strömungsmaschine |
| 8 | Intercooler |
| 9 | Befeuchtungseinrichtung |
| 10 | Ventilvorrichtung |
| 11 | Kathodenbereichseingang |
| 12 | Hauptleitung |
| 13 | Nebenleitung |
| 14 | Bypass-Leitung |
| 15 | Absperrventil |
| 16 | Entfeuchtungseinrichtung |
| 17 | Kühleinrichtung, Kühlfalle |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7141326 B2 [0005]
- US 2002/0050145 A1 [0024]
- US 6013385 A [0024]

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenversorgung (6) zur Zuführung eines Oxidationsmittels zu einer Brennstoffzellenanordnung (2)

mit einer Strömungsmaschine (7) zur Beschleunigung und/oder Druckerhöhung des Oxidationsmittels und

mit einer Befeuchtungseinrichtung (9) zur Befeuchtung des Oxidationsmittels, wobei die Befeuchtungseinrichtung (9) strömungstechnisch zwischen der Strömungsmaschine (7) und der Brennstoffzellenanordnung (2) geschaltet und/oder schaltbar ist, gekennzeichnet durch

eine Entfeuchtungseinrichtung (16), welche zur Entfeuchtung des Oxidationsmittels ausgebildet und/oder angeordnet ist.

2. Brennstoffzellenversorgung (6) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) strömungstechnisch nach der Befeuchtungseinrichtung (9) angeordnet ist.

3. Brennstoffzellenversorgung (6) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) zuschaltbar ausgebildet ist.

4. Brennstoffzellenversorgung (6) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) durch eine Teilung des Oxidationsmittels in Teilströme (12, 13) zuschaltbar ist.

5. Brennstoffzellenversorgung (6) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) in der Befeuchtungseinrichtung (9) integriert ist und/oder unmittelbar mit der Befeuchtungseinrichtung (9) gekoppelt ist.

6. Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Kühleinrichtung (17), welche strömungstechnisch nach der Strömungsmaschine (7) und vor der Entfeuchtungseinrichtung (16) angeordnet ist.

7. Brennstoffzellenversorgung (6) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühleinrichtung (17) strömungstechnisch nach der Befeuchtungseinrichtung (9) angeordnet ist.

8. Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) als Feuchtigkeitspuffer ausgebildet ist.

9. Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) als eine Feuchtigkeitsableitung ausgebildet ist.

10. Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem

der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) als eine passive oder als eine fremdenergiebetriebene Einrichtung ausgebildet ist.

11. Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfeuchtungseinrichtung (16) als ein Membrantrockner, ein Enthalpierad, ein chemischer Reaktor, ein Absorber und/oder ein Adsorber ausgebildet ist.

12. Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung, wobei die Steuereinrichtung ausgebildet ist, die Entfeuchtungseinrichtung (16) und/oder die Kühleinrichtung (17) bei einer Systemabschaltung oder bei einem Kaltstart der Brennstoffzellenvorrichtung (1) zu aktivieren.

13. Brennstoffzellenvorrichtung (1) für den mobilen Einsatz, insbesondere für ein Fahrzeug, gekennzeichnet durch eine Brennstoffzellenversorgung (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

14. Verfahren zum Abschalten und/oder Kaltstart der Brennstoffzellenvorrichtung (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass Wasser entziehende Maßnahmen auf das Oxidationsmittel angewendet werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

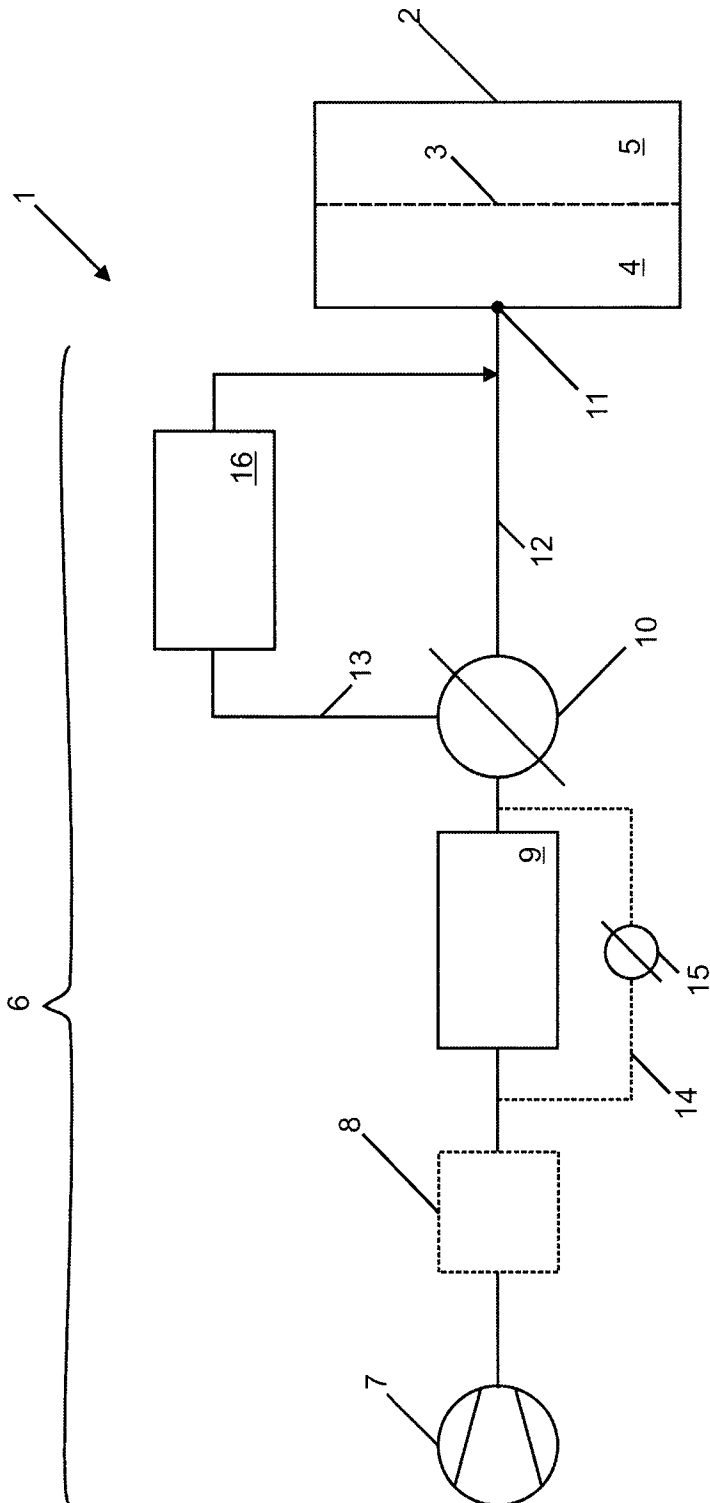


Fig. 1

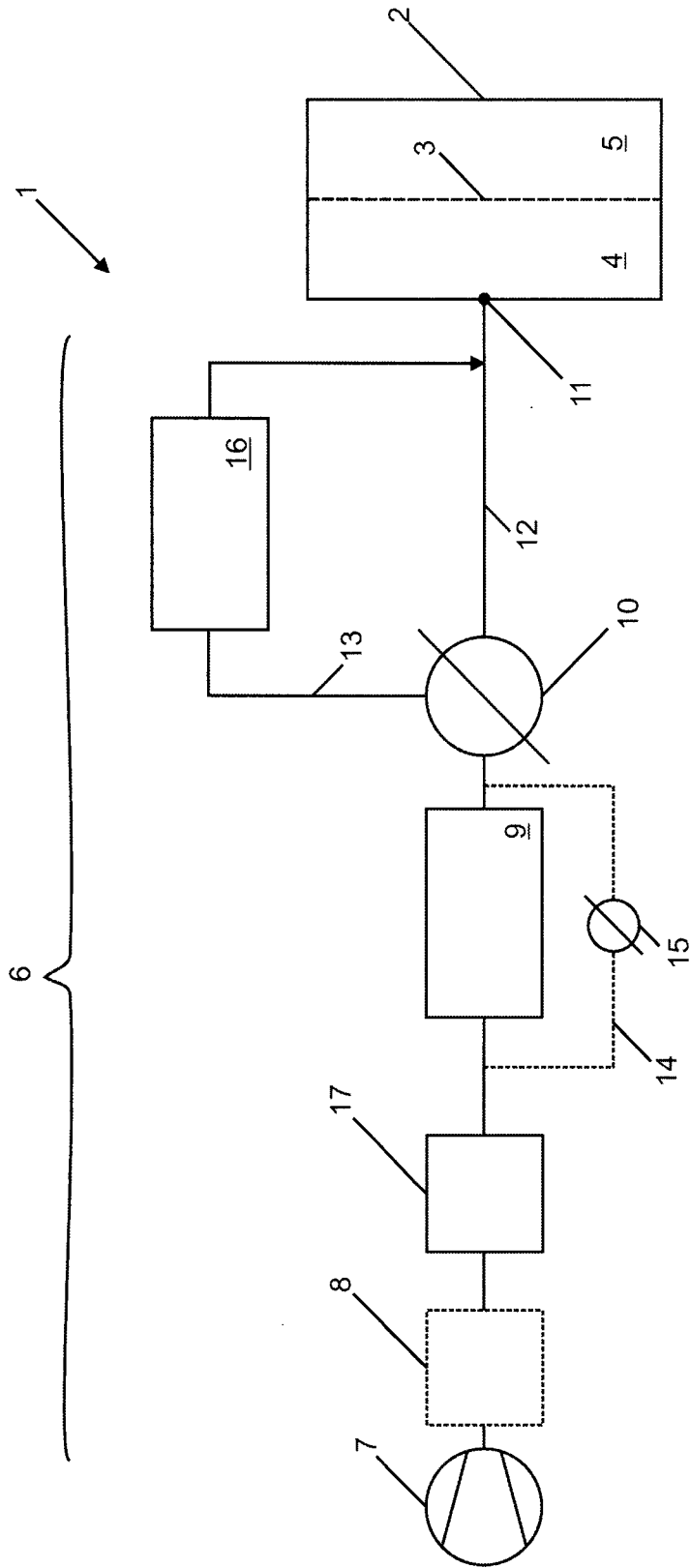


Fig. 2

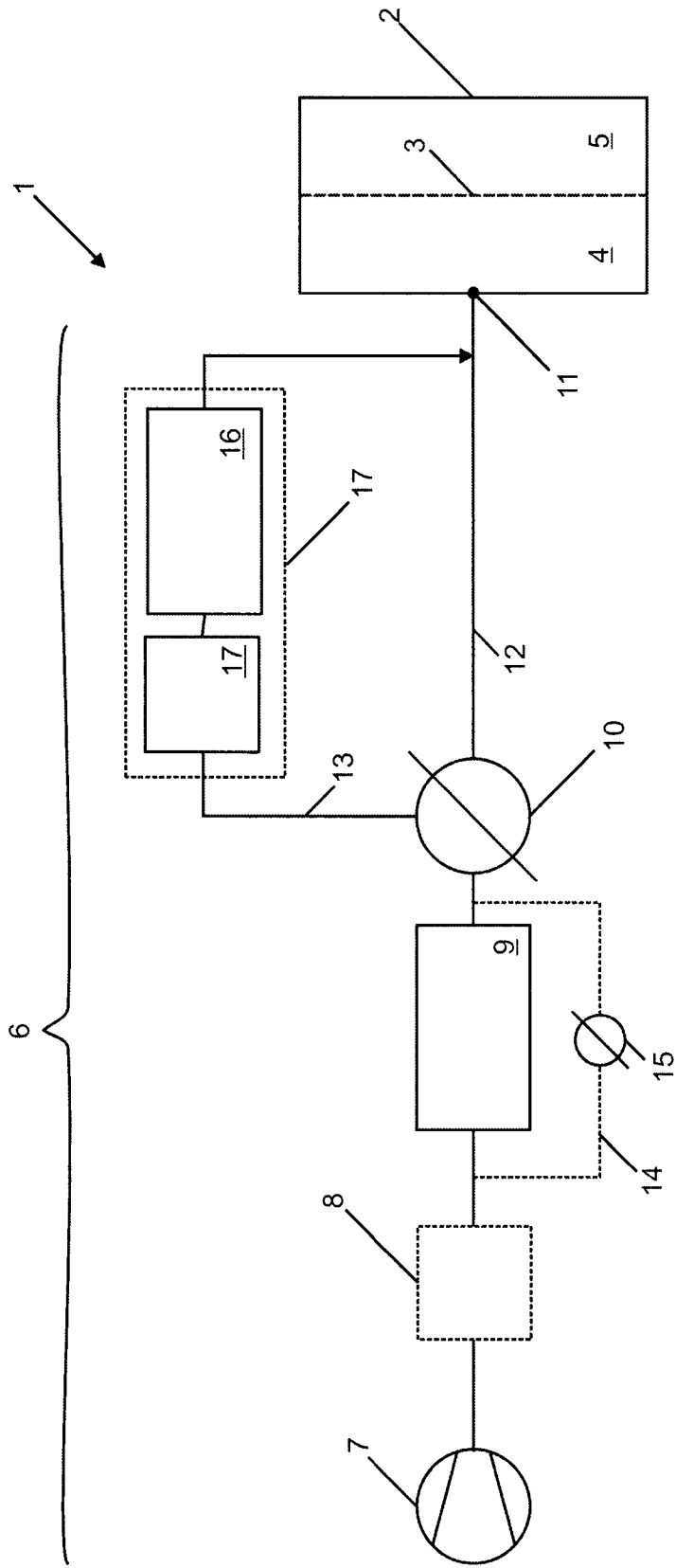


Fig. 3

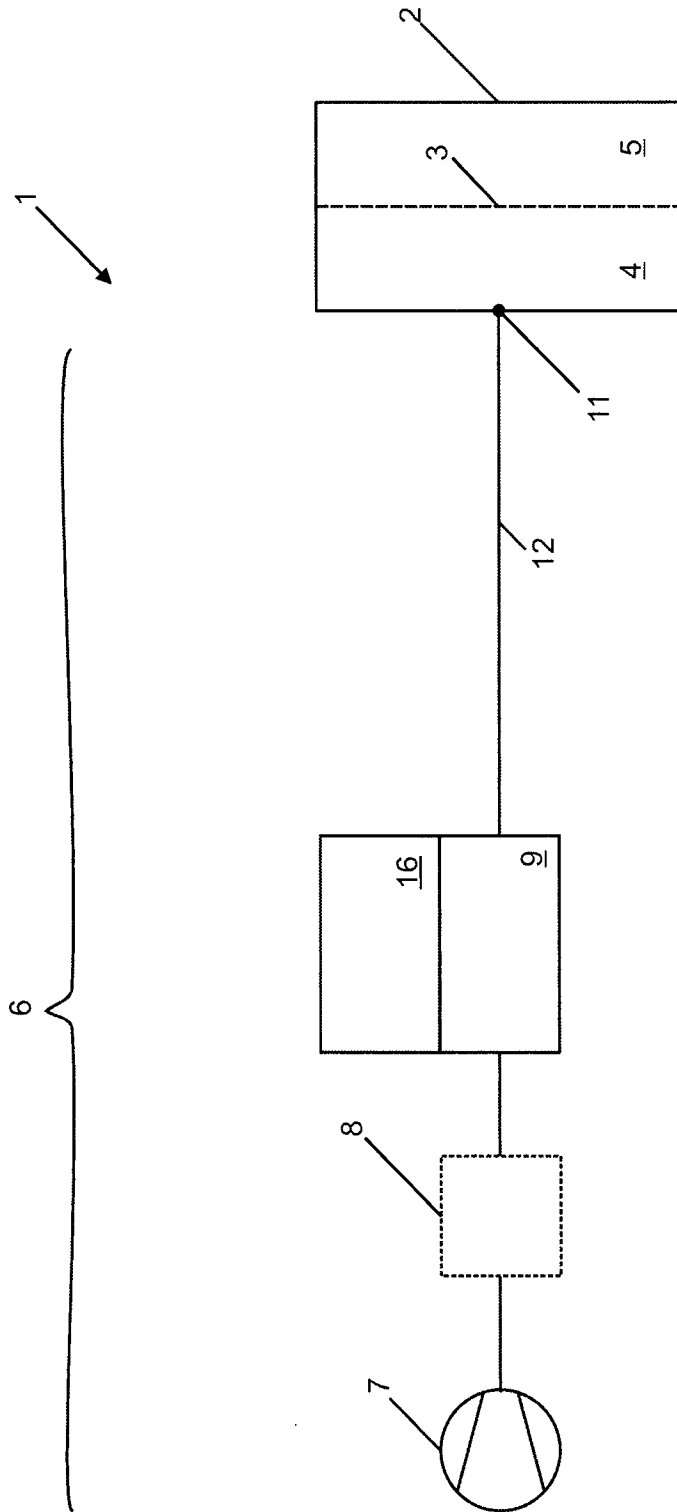


Fig. 4

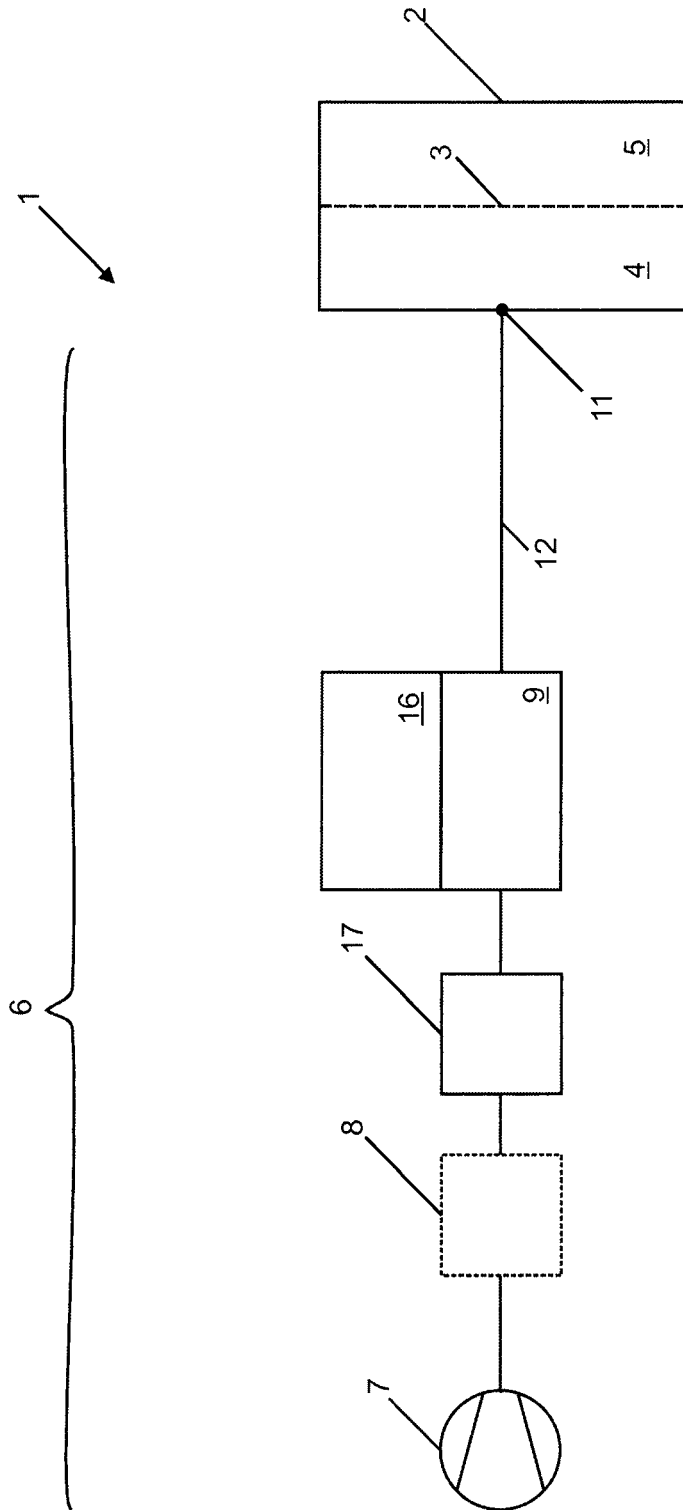


Fig. 5