

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50986/2022
(22) Anmeldetag: 22.12.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2024

(51) Int. Cl.: **H01M 8/249** (2016.01)
H01M 8/04007 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2018189368 A1
EP 1263075 A2
DE 102004003670 A1

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
(72) Erfinder:
Schluckner Christoph Dr.
8402 Werndorf (AT)
Kaufmann Georg Dipl.-Ing.
8092 Mettersdorf am Saßbach (AT)
(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.techn.
8020 Graz (AT)

(54) Brennstoffzellengeneratormodul mit Brennstoffzellenstapelanordnung

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellengeneratormodul (10) mit einer von Brennstoffzellenstapelanordnung zur Erzeugung von elektrischer Leistung. Erfindungsgemäß ist in einem mittleren Bereich einen Versorgungskorridor (4) angeordnet, der sich im Wesentlichen in einer vertikalen Richtung (V) und einer horizontalen Richtung (H) durch das Brennstoffzellengeneratormodul (10) erstreckt. Ferner erstreckt sich eine Stapelrichtung (S) der Stapel (1) horizontal durch das Brennstoffzellengeneratormodul (10), und Stapelenden (14) von wenigstens zwei Stapeln (1) weisen von beiden Seiten des Versorgungskorridors (4) gegenüberliegend aufeinander zu. Die Strömungswege einer Anodenversorgungsleitungen (20) und einer Kathodenversorgungsleitungen (30) sind zwischen den aufeinander zuweisenden Stapelenden (14) der wenigstens zwei Stapel (1) innerhalb des Versorgungskorridors (4) angeordnet, sodass eine vertikale Stapelung von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellengeneratormodul gegeben ist, dessen Anordnung von Brennstoffzellenstapeln durch eine vertikale Ebene, im Wesentlichen eine Symmetrieebene, zentral aufgeteilt ist, sowie die Einrichtung eines Korridors entlang der Aufteilung, in dem die Medienverteilung verläuft.

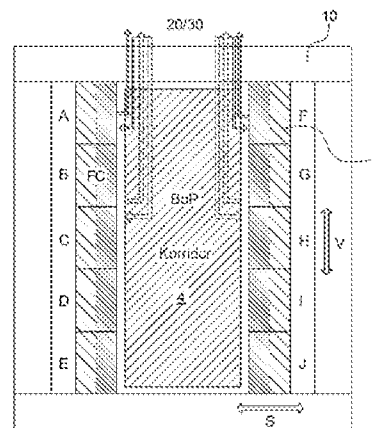


Fig. 1

Beschreibung

BRENNSTOFFZELLENGENERATORMODUL MIT BRENNSTOFFZELLENSTAPELANORDNUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellengeneratormodul zur Erzeugung von elektrischer Leistung mit einer thermisch verbesserten Brennstoffzellenstapelanordnung.

[0002] Das erfindungsgemäße Brennstoffzellengeneratormodul findet Anwendung als Stand-Alone-Device oder als Teil eines Brennstoffzellengeneratorsystems in der Energieerzeugung zur Einspeisung erneuerbarer Energie in Versorgungsnetze oder autarke Inselnetze.

[0003] Es sind leistungsfähige Brennstoffzellensysteme in stationären Anwendungen vom SOFC Typ (Solid Oxide Fuel Cells oder Feststoffoxidbrennstoffzellen) und SOEC (Solid Oxide Electrolyzer Cell) bekannt, die in großdimensionierten Anwendungen, wie einer Netzeinspeisung eingesetzt und hierzu auf einem relativ konstanten Betriebspunkt bzw. mit geringer Leistungsdynamik gefahren werden.

[0004] Feststoffoxidbrennstoffzellen werden auf hohen Temperaturen betrieben. Durch die hohen Temperaturen ist ein Temperaturgefälle aus dem Brennstoffzellengeneratormodul zu einer Umgebung hoch, eine Temperaturverteilung ist entsprechend inhomogen, und eine Lage von Brennstoffzellenstapeln innerhalb des Brennstoffzellengeneratormoduls in Bezug zu einer Distanz zu einer Außenseite hat einen relevanten Einfluss auf eine Dissipation der Abwärme in die Umgebung.

[0005] Ferner stellen sich aufgrund der hohen Temperaturen und Temperaturgefälle über Bereiche des Brennstoffzellengeneratormoduls Herausforderungen an eine Optimierung von Medienströmen zur Versorgung der Brennstoffzellenstapel, insbesondere mit Blick auf eine Wärmeverteilung und einen Wärmeaustausch zwischen den Medien, welche die Gesamteffizienz des Brennstoffzellengeneratormoduls beeinflussen.

[0006] Ein Ansatz zur Vorwärmung von frischen Medien sieht den Einsatz von Wärmetauschern vor, in denen eine Abwärme aus abgeführten Medienströmen auf zugeführte Medienströme übertragen wird. Während der Einsatz derartiger Komponenten zum Standard geworden ist, verbleibt eine Entwicklung von Konzepten zu statischen Lösungswegen hinsichtlich einer Anordnung der Systemkomponenten. Demnach besteht Bedarf an einer optimierten Anordnung der Systemkomponenten zueinander in dem Kontext einer effizienten Wärmeverteilung in den Medienströmen.

[0007] Weitere Brennstoffzellengeneratormodule sind beispielsweise aus der WO 2018189368 A1, der EP 1263075 A2 und der DE 102004003670 A1 bekannt.

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Technik zu schaffen, die eine thermische Effizienz oder eine energetische Gesamteffizienz eines Brennstoffzellengeneratormoduls verbessert. Es besteht eine spezifischere Aufgabe der Erfindung darin, ein Design eines solchen Brennstoffzellengeneratormoduls oder eine Anordnung von Systemkomponenten in demselben bereitzustellen, die eine optimierte Wärmeverteilung unter den Medienströmen in dem Brennstoffzellengeneratormodul auf statische Weise und damit auf einfache und kostengünstige Art, ohne zusätzliche Systemkomponenten effizienter gestaltet.

[0009] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Brennstoffzellengeneratormodul mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0010] Das Brennstoffzellengeneratormodul mit einer Brennstoffzellenstapelanordnung dient zur Erzeugung von elektrischer Leistung. Das Brennstoffzellengeneratormodul umfasst eine Mehrzahl von Brennstoffzellen, die in einer Stapelrichtung in Stapeln aufeinander gestapelt und elektrisch verbunden sind; Anodenversorgungsleitungen, die eine Anodengaszufuhrleitung zum Zuführen von einem Brenngas zu Anodenabschnitten der Brennstoffzellen und eine Anodengasabfuhrleitung zum Abführen eines Anodenabgases aus denselben umfassen; sowie Katho-

dengasversorgungsleitungen, die eine Kathodengaszufuhrleitung zum Zuführen von einem Oxidationsgas zu Kathodenabschnitten der Brennstoffzellen und eine Kathodengasabfuhrleitung zum Abführen eines Kathodenabgases aus denselben umfassen.

[0011] Erfindungsgemäß weist das Brennstoffzellengeneratormodul in einem mittleren Bereich einen Versorgungskorridor auf, der sich im Wesentlichen in einer vertikalen Richtung und einer horizontalen Richtung durch das Brennstoffzellengeneratormodul erstreckt. Dabei werden die Stapel übereinander gestapelt, also erstreckt sich die Stapelrichtung der Stapel vertikal durch das Brennstoffzellengeneratormodul, und Stapelenden von wenigstens zwei Stapeln weisen zu beiden Seiten des Versorgungskorridors gegenüberliegend aufeinander zu. Es können vorteilhaft mehrere Stapel nebeneinander angeordnet oder vorgesehen sein. Die einzelnen Brennstoffzellen sind insbesondere immer flach ausgebildet und liegen jeweils übereinander oder werden vertikal nach oben geschichtet. Hierbei sind insbesondere Strömungswege der Anodenversorgungsleitungen und Strömungswege der Kathodenversorgungsleitungen zwischen den aufeinander zuweisenden Stapelenden der wenigstens zwei Stapel innerhalb des Versorgungskorridors angeordnet, sodass eine vertikale Stapelung von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellengeneratormodul gegeben ist, dessen Anordnung von Brennstoffzellenstapeln durch eine vertikale Ebene, im Wesentlichen eine Symmetrieebene, zentral aufgeteilt ist, sowie die Einrichtung eines Korridors entlang der Aufteilung, in dem die Medienverteilung verläuft.

[0012] Dabei macht sich die erfindungsgemäße Anordnung zu Nutze, dass sich eine Abwärme aus der Leistungserzeugung bzw. elektrochemischen Reaktion in den Brennstoffzellen, in einem mittleren Bereich des Moduls aufgrund mangelnder Dissipation über die Außenseiten des Moduls höher konzentriert. Somit entsteht in einem zentralen Abschnitt, im Betrieb des Moduls, eine lokal höhere Temperaturzone, in welcher der erfindungsgemäße Versorgungskorridor angeordnet ist.

[0013] Als ein Vorteil der Erfindung wird dadurch die Medienverteilung in einem zentralen Bereich des Brennstoffzellengeneratormoduls angeordnet, der aufgrund der geringsten Dissipation von Abwärme über eine Außenseite die höchste lokale Temperatur in einer Wärmeverteilung über das Brennstoffzellengeneratormodul aufweist. Aufgrund der hohen Betriebstemperatur von Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) ist es für einen thermisch effizienten Betrieb von Vorteil, wenn die frisch zugeführten Medienströme des Brenngases und des Oxidationsgases vor Eintritt in die Brennstoffzellenstapel möglichst intensiv vorgewärmt werden. Die Anordnung des Versorgungskorridors in dem zentralen, wärmsten Bereich und die sehr kurzen Eintrittswege, welche durch die vertikale Stapelrichtung ermöglicht werden, verschafft eine größtmögliche Vorwärmung frischer Medienströme durch statische Mittel der Anordnung. Dabei wird insbesondere eine Abkühlung der Zufuhrstrecken durch einen äußeren Bereich des Moduls vermieden.

[0014] Ferner bestehen weitere Vorteile der Erfindung gegenüber einer bekannten punktsymmetrischen Medienströmung und einer radialen Stapelanordnung darin, dass bei der erfindungsgemäßen Anordnung Standardkomponenten mit einem verfügbaren Design und im Wesentlichen rechtwinklig ausgelegten Abmessungen eingesetzt werden können.

[0015] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann die Mehrzahl von Brennstoffzellen in wenigstens vier Stapel aufgeteilt sein, deren Stapelenden zu beiden Seiten des Versorgungskorridors gegenüberliegend aufeinander zuweisen, wobei wenigstens zwei Stapel in einer horizontalen Richtung orthogonal zur Stapelrichtung nebeneinander angeordnet sind. So kann die Anordnung von Brennstoffzellenstapeln in einer Ebene des Moduls fortgeführt werden, während die thermisch vorteilhaften Effekte erhalten bleiben. Eine Anzahl von Stapelpaaren beiderseits des Versorgungskorridors kann je nach Dimensionierung des Moduls beliebig in horizontaler Richtung erweitert werden.

[0016] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann die Mehrzahl von Brennstoffzellen in wenigstens vier Stapel aufgeteilt sein, deren Stapelenden zu beiden Seiten des Versorgungskorridors gegenüberliegend aufeinander zuweisen, wobei wenigstens zwei Stapel in einer vertikalen Richtung orthogonal zur Stapelrichtung übereinander angeordnet sind. Demnach können die Anordnungen von Brennstoffzellenstapeln auch in mehreren Etagen übereinander angeordnet sein, während eine Orientierung der Stapelrichtung und des Versorgungskorridors, sowie de-

ren thermisch vorteilhaften Effekte erhalten bleiben.

[0017] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung können die Anodenzufuhrleitung und die Kathodenzufuhrleitung sowie die Anodenabfuhrleitung und die Kathodenabfuhrleitung jeweils an den aufeinander zuweisenden Stapelenden mit den wenigstens zwei Stapeln in einer Fluidverbindung stehen. Dadurch werden potenziell kühlere Wegstrecken der Eintrittswege zwischen dem Versorgungskorridor und den Stapeln auf ein kleinstmögliches Maß verkürzt.

[0018] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann die Kathodenabfuhrleitung in dem Versorgungskorridor in einer im Wesentlichen vertikalen Richtung aus dem Brennstoffzellengeneratormodul austreten. Somit wird der Auftrieb des wärmeren Abgases in Richtung eines Auslasses strömungsdynamisch genutzt.

[0019] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann die Kathodenabfuhrleitung eines Stapels durch einen Oxidationskatalysator zur oxidativen Nachbehandlung eines Kathodenabgases geführt werden, wobei der Oxidationskatalysator in dem Versorgungskorridor angeordnet ist. Da der Oxidationskatalysator eine vorbestimmte Mindest-Betriebstemperatur erfordert und diese gehalten werden muss, wirkt sich dessen Anordnung in der lokal höheren Temperaturzone des Versorgungskorridors in einem wechselseitigen Wärmeaustausch positiv auf eine effizientere Temperierung der Medienströme aus.

[0020] Gemäß einem darauf aufbauenden, vorteilhaften Aspekt der Erfindung können wenigstens zwei gegenüberliegende Stapel durch denselben Oxidationskatalysator führen. Durch die gemeinsame Nutzung von Systemkomponenten für benachbarte Stapelanordnungen ergeben sich weitere Effizienzsteigerungen, Vereinfachungen sowie Raum- und Kosteneinsparungen.

[0021] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung können im Versorgungskorridor ein Oxidationswärmetauscher zur Vorwärmung von zugeführter Luft durch einen Kathodenabgasstrom, der Oxidationskatalysator zur Oxidation von Wasserstoffkonzentrationen im Kathodenabgas, das aus einem Drucktank strömt, sowie eine Rezirkulation des Anodenabgases einschließlich einer Vorwärmeinrichtung zur Vorwärmung des frischen Brenngases und einer Reformereinrichtung zur Anreicherung eines nicht umgesetzten Anteils des Brenngases in einem Anodenabgas mit frischem Brenngas vorgesehen sein, wobei die Anodenabfuhrleitung eines Stapels in die Reformereinrichtung führt. Da auch die Reformereinrichtung eine vorbestimmte Mindest-Betriebstemperatur erfordert und diese gehalten werden muss, wirkt sich deren Anordnung in der lokal höheren Temperaturzone des Versorgungskorridors in einem wechselseitigen Wärmeaustausch ebenfalls positiv auf eine effizientere Temperierung der Medienströme aus.

[0022] Gemäß einem darauf aufbauenden, vorteilhaften Aspekt der Erfindung können die Anodenabfuhrleitungen von wenigstens zwei gegenüberliegenden Stapeln durch dieselbe Reformereinrichtung führen. Durch die gemeinsame Nutzung der Systemkomponenten für benachbarte Stapelanordnungen ergeben sich wiederum Effizienzsteigerungen, Vereinfachungen sowie Raum- und Kosteneinsparungen.

[0023] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung können die Anodengaszufuhrleitung und die Kathodengaszufuhrleitung in einer im Wesentlichen horizontalen Richtung in das Brennstoffzellengeneratormodul eintreten. Dadurch nehmen die Strömungswege der Medienversorgung eine möglichst lange Erstreckung durch die lokal höhere Temperaturzone des Versorgungskorridors ein, was sich auf eine effizientere Temperierung der Medienströme durch einen größtmöglichen wechselseitigen Wärmeaustausch positiv auswirkt.

[0024] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann zwischen der Kathodenabfuhrleitung und der Kathodenzufuhrleitung desselben Stapels ein Oxidationsgaswärmetauscher in dem Versorgungskorridor angeordnet sein. Die Anordnung des Oxidationsgaswärmetauschers in der lokal höheren Temperaturzone des Versorgungskorridors steigert eine thermische Effizienz bei der Vorwärmung des frischen Oxidationsgases.

[0025] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann zwischen der Anodenabfuhrleitung und der Anodenzufuhrleitung desselben Stapels ein Brenngaswärmetauscher in dem Versorgungskorridor angeordnet sein. Auch die Anordnung des Brenngaswärmetauschers in der lokal

höheren Temperaturzone des Versorgungskorridors steigert die thermische Effizienz bei der Vorwärmung des Brenngases.

[0026] Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung kann die Anodengaszufuhrleitung durch eine Vorwärmeinrichtung führen, die strömungsaufwärts von dem Brenngaswärmetauscher in dem Versorgungskorridor angeordnet ist. Die Anordnung der Vorwärmeinrichtung in der lokal höheren Temperaturzone des Versorgungskorridors steigert weiter die thermische Effizienz bei der Vorwärmung des Brenngases.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschreiben sind. Es zeigen schematisch:

[0028] Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm in einer Draufsicht auf ein Brennstoffzellengeneratormodul gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, mit einer dargestellten Temperaturverteilung;

[0029] Fig. 2 einen perspektivischen Ausschnitt auf Systemkomponenten eines Brennstoffzellengeneratormoduls gemäß einer Ausführungsform der Erfindung

[0030] Fig. 1 ist eine schematische Draufsicht auf ein Brennstoffzellengeneratormodul 10, in dem auf einer Bodenfläche zehn Stapel 1 (A bis J) in zwei gegenüberliegenden Gruppen (A bis E) und (F bis J), angeordnet sind, wobei die einzelnen Stapel 1 innerhalb jeder Gruppe in einer horizontalen Richtung (V) zueinander benachbart sind. Die gleiche Konfiguration von Stapeln 1 ist ferner in darüber und darunter liegenden, nicht weiter dargestellten Etagen des Brennstoffzellengeneratormodul 10 angeordnet. Die Brennstoffzellen sind in einer horizontalen Stapelrichtung S gestapelt, mit anderen Worten sind die Stapel 1 in Bezug auf die dargestellte Draufsicht liegend angeordnet.

[0031] Das Brennstoffzellengeneratormodul 10 kann als Stand-Alone-Device eigenständig zur Stromerzeugung verwendet werden, oder alternativ eine Einheit in einer nicht weiter dargestellten Systemumgebung eines Brennstoffzellengeneratorsystems mit mehreren elektrisch verbundenen Brennstoffzellengeneratormodulen 10 sein.

[0032] Wie anhand einer Schraffur dargestellt ist, bestehen in dem Brennstoffzellengeneratormodul 10 außenliegende, kältere Bereiche zu einer Außenfläche, die zu einer kühleren Umgebungstemperatur exponiert sind. Die äußeren Bereiche verhelfen zu einer Dissipation von Abwärme aus den Brennstoffzellen der Stapel 1, wodurch sich ein Temperaturgefälle von innen nach außen ergibt. In einem mittleren Bereich des Brennstoffzellengeneratormoduls 10, in dem keine Exposition zu einer Außenfläche besteht, liegt aufgrund einer dementsprechend geringen Dissipation von Abwärme aus den Brennstoffzellen eine höhere lokale Temperatur vor.

[0033] In dieser lokal höheren Temperaturzone ist ein Versorgungskorridor 4 angeordnet, der sich parallel zu den gegenüberliegenden Gruppen (A bis E) und (F bis J) von Stapeln 1 zwischen denselben im Sinne einer horizontal und vertikal aufgespannten Ebene erstreckt. Innerhalb des Versorgungskorridors 4 sind die Strömungswege einer Medienverteilung durch Anodenversorgungsleitungen 20 und Kathodengasversorgungsleitungen 30 angeordnet. Darüber hinaus sind Komponenten einer nicht weiter dargestellten Regelung und Betriebsfähigkeit, d.h. Komponenten eines „Balance of Plant“ (BoP), wie beispielsweise ein Luft-Kompressor ein Brenngas-Regelventil usw. in dem Versorgungskorridor 4 angeordnet.

[0034] Je nach Anforderungen an die Leistungsdimensionierung und Ausfallsicherheit des Brennstoffzellengeneratormoduls 10, werden die Anodenversorgungsleitungen 20 und Kathodengasversorgungsleitungen 30 sowie Komponenten der BoP für jede der abgebildeten Etagen des Brennstoffzellengeneratormoduls 10 separat bzw. redundant bereitgestellt, oder für alle Etagen bzw. in durch ein verbundenes Leitungsnetz von Stapeln 1 auf verschiedenen Etagen des Brennstoffzellengeneratormoduls 10 gemeinsam genutzt.

[0035] Fig. 2 zeigt perspektivisch dargestellt, eine schematische Anordnung aller von der Medienverteilung durchströmten Systemkomponenten des Brennstoffzellengeneratormoduls 10 in Be-

zug auf eine Temperierung der Medienströme mittels Wärmeaustausch und Abgasbehandlung.

[0036] So sind zu einer linken Seite und einer rechten Seite des Versorgungskorridors 4 repräsentativ die aufeinander zuweisenden Stapelenden 14 von zwei gegenüberliegenden Stapeln 1 dargestellt. Die in dem Versorgungskorridor 4 genannten Systemkomponenten zur temperierten Medienverteilung umfassen Oxidationswärmetauscher 34 zur Vorwärmung von zugeführter Luft durch einen Kathodenabgasstrom, einen Oxidationskatalysator 33 zur Oxidation von Wasserkonzentrationen im Kathodenabgas, das aus einem Drucktank strömt, sowie eine symbolisch dargestellte Rezirkulation 26 des Anodenabgases einschließlich einer Vorwärmanrichtung 25 zur Vorwärmung des frischen Brenngases und einer Reformereinrichtung 23 zur Anreicherung eines nicht umgesetzten Anteils des Brenngases in einem Anodenabgas mit frischem Brenngas.

[0037] Mit Ausnahme von zwei an den Versorgungskorridor 4 angrenzend angeordneten Brenngaswärmetauschern 24 sind sämtliche genannten Systemkomponenten in der Temperaturzone des Versorgungskorridors 4 angeordnet, womit diese aus Abwärme von aufgenommenen Abgasen aus den Brennstoffzellen den Versorgungskorridor 4 zusätzlich erwärmen, einen Erhalt einer eigenen Betriebstemperatur daraus stützen, oder eine Wärmeaufnahme zur Vorwärmung frisch zugeführter Medien über eine konzentrierte Abwärme der Stapel 1 beziehen.

[0038] Es ist weiter ein in Fig. 2 nicht gezeigtes Leitungsnetz der Anodenversorgungsleitungen 20 und der Kathodengasversorgungsleitungen 30 vorgesehen. So erstrecken sich die Anodengaszufuhrleitung 21 und Kathodengaszufuhrleitung 31 zur Zuführung von frischem bzw. kaltem Brenngas und Oxidationsgas horizontal durch den Versorgungskorridor, um möglichst über einen Wärmeaustausch der Leitungen bereits angewärmt zu werden. Die Kathodengasabfuhrleitung 32 verläuft von einem Austritt aus dem Stapelende 14 vertikal durch den Oxidationskatalysator 33 und durch den Oxidationsgaswärmetauscher 34, der die frisch zugeführte Luft vor Eintritt in das Stapelende 14 vorwärmt. Das aus dem Stapelende 14 austretende Kathodenabgas strömt durch die Reformereinheit 23 und erwärmt über die Vorwärmanrichtung 25 und den Brenngaswärmetauscher 24 das frisch zugeführte Brenngas vor Eintritt in das Stapelende 14.

[0039] Die auf einen Stapel 1 bzw. ein Stapelende 14 repräsentativ dargestellten Systemkomponenten zur temperierten Medienverteilung verlaufen gleichermaßen zu mehreren benachbarten Stapeln 1, die in der vertikalen Richtung benachbart und in Etagen in vertikaler Richtung übereinander angeordnet sind. Insbesondere ist vorgesehen, dass zwei gegenüberliegende Stapel 1 zu beiden Seiten des Versorgungskorridors 4 gemeinsam an dieselben Komponenten zum Wärmeaustausch angeschlossen sind, bzw. sich die Funktionalität derselben gemeinsam teilen.

[0040] Die voranstehenden Erläuterungen der Ausführungsformen beschreiben die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Stapel aus Brennstoffzellen
 - 4 Versorgungskorridor
 - 10 Brennstoffzellengeneratormodul
 - 14 Stapelende
 - 20 Anodenversorgungsleitungen
 - 21 Anodengaszufuhrleitung
 - 22 Anodengasabfuhrleitung
 - 23 Reformereinrichtung
 - 24 Brenngaswärmetauscher
 - 25 Vorwärmeinrichtung
 - 26 Anodengasrezirkulation
 - 30 Kathodengasversorgungsleitungen
 - 31 Kathodengaszufuhrleitung
 - 32 Kathodengasabfuhrleitung
 - 33 Oxidationskatalysator
 - 34 Oxidationsgaswärmetauscher
-
- H horizontale Richtung
 - V vertikale Richtung
 - S Stapelrichtung

Patentansprüche

1. Brennstoffzellengeneratormodul (10) mit einer Brennstoffzellenstapelanordnung zur Erzeugung von elektrischer Leistung, aufweisend:
eine Mehrzahl von Brennstoffzellen, die in einer Stapelrichtung (S) in Stapeln (1) aufeinander gestapelt und elektrisch verbunden sind;
Anodenversorgungsleitungen (20), die eine Anodengaszufuhrleitung (21) zum Zuführen von einem Brenngas zu Anodenabschnitten der Brennstoffzellen und eine Anodengasabfuhrleitung (22) zum Abführen eines Anodenabgases aus denselben umfassen;
Kathodengasversorgungsleitungen (30), die eine Kathodengaszufuhrleitung (31) zum Zuführen von einem Oxidationsgas zu Kathodenabschnitten der Brennstoffzellen und eine Kathodengasabfuhrleitung (32) zum Abführen eines Kathodenabgases aus denselben umfassen;
dadurch gekennzeichnet, dass
das Brennstoffzellengeneratormodul (10) in einem mittleren Bereich einen Versorgungskorridor (4) aufweist, der sich im Wesentlichen in einer vertikalen Richtung (V) und einer horizontalen Richtung (H) durch das Brennstoffzellengeneratormodul (10) erstreckt; und
sich die Stapelrichtung (S) der Stapel (1) horizontal durch das Brennstoffzellengeneratormodul (10) erstreckt, und Stapelenden (14) von wenigstens zwei Stapeln (1) zu beiden Seiten des Versorgungskorridors (4) gegenüberliegend aufeinander zuweisen; wobei
Strömungswege der Anodenversorgungsleitungen (20) und Strömungswege der Kathodenversorgungsleitungen (30) zwischen den aufeinander zuweisenden Stapelenden (14) der wenigstens zwei Stapel (1) innerhalb des Versorgungskorridors (4) angeordnet sind, sodass eine vertikale Stapelung von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellengeneratormodul gegeben ist, dessen Anordnung von Brennstoffzellenstapeln durch eine vertikale Ebene, im Wesentlichen eine Symmetrieebene, zentral aufgeteilt ist, sowie die Einrichtung eines Korridors entlang der Aufteilung, in dem die Medienverteilung verläuft.
2. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach Anspruch 1, wobei die die Mehrzahl von Brennstoffzellen in wenigstens vier Stapel (1) aufgeteilt ist, deren Stapelenden (14) zu beiden Seiten des Versorgungskorridors (4) gegenüberliegend aufeinander zuweisen, wobei wenigstens zwei Stapel (1) in einer horizontalen Richtung (H) orthogonal zur Stapelrichtung (S) nebeneinander angeordnet sind.
3. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die die Mehrzahl von Brennstoffzellen in wenigstens vier Stapel (1) aufgeteilt ist, deren Stapelenden (14) zu beiden Seiten des Versorgungskorridors (4) gegenüberliegend aufeinander zuweisen, wenigstens zwei Stapel (1) in einer vertikalen Richtung (V) orthogonal zur Stapelrichtung (S) übereinander angeordnet sind.
4. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anodenzufuhrleitung und die Kathodenzufuhrleitung sowie die Anodenabfuhrleitung und die Kathodenabfuhrleitung jeweils an den aufeinander zuweisenden Stapelenden (14) mit den wenigstens zwei Stapel (1) in einer Fluidverbindung stehen.
5. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kathodenabfuhrleitung in dem Versorgungskorridor (4) in einer im Wesentlichen vertikalen Richtung (V) aus dem Brennstoffzellengeneratormodul (10) austritt.
6. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kathodenabfuhrleitung eines Stapels (1) durch einen Oxidationskatalysator (33) führt, zur oxidativen Nachbehandlung eines Kathodenabgases, wobei der Oxidationskatalysator (33) in dem Versorgungskorridor (4) angeordnet ist.
7. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach Anspruch 6, wobei die Kathodenabfuhrleitungen von wenigstens zwei gegenüberliegenden Stapeln (1) durch denselben Oxidationskatalysator (33) führen.

8. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, wobei im Versorgungskorridor (4) ein Oxidationswärmetauscher (34) zur Vorwärmung von zugeführter Luft durch einen Kathodenabgasstrom, der Oxidationskatalysator (33) zur Oxidation von Wasserdampfkonzentrationen im Kathodenabgas, das aus einem Drucktank strömt, sowie eine Rezirkulation (26) des Anodenabgases einschließlich einer Vorwärmeinrichtung (25) zur Vorwärmung des frischen Brenngases und einer Reformereinrichtung (23) zur Anreicherung eines nicht umgesetzten Anteils des Brenngases in einem Anodenabgas mit frischem Brenngas vorgesehen sind, wobei die Anodenabfuhrleitung eines Stapels (1) in die Reformereinrichtung (23) führt.
9. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach Anspruch 8, wobei die Anodenabfuhrleitungen von wenigstens zwei gegenüberliegenden Stapeln (1) durch dieselbe Reformereinrichtung (23) führen.
10. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anodengaszufuhrleitung (21) und die Kathodengaszufuhrleitung (31) in einer im Wesentlichen horizontalen Richtung (H) in das Brennstoffzellengeneratormodul (10) eintreten.
11. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Kathodenabfuhrleitung und der Kathodenzufuhrleitung desselben Stapels (1) ein Oxidationsgaswärmetauscher (34) in dem Versorgungskorridor (4) angeordnet ist.
12. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Anodenabfuhrleitung und der Anodenzufuhrleitung desselben Stapels (1) ein Brenngaswärmetauscher (24) in dem Versorgungskorridor (4) angeordnet ist.
13. Brennstoffzellengeneratormodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anodengaszufuhrleitung (21) durch eine Vorwärmeinrichtung (25) führt, die strömungsaufwärts von dem Brenngaswärmetauscher (24) in dem Versorgungskorridor (4) angeordnet ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

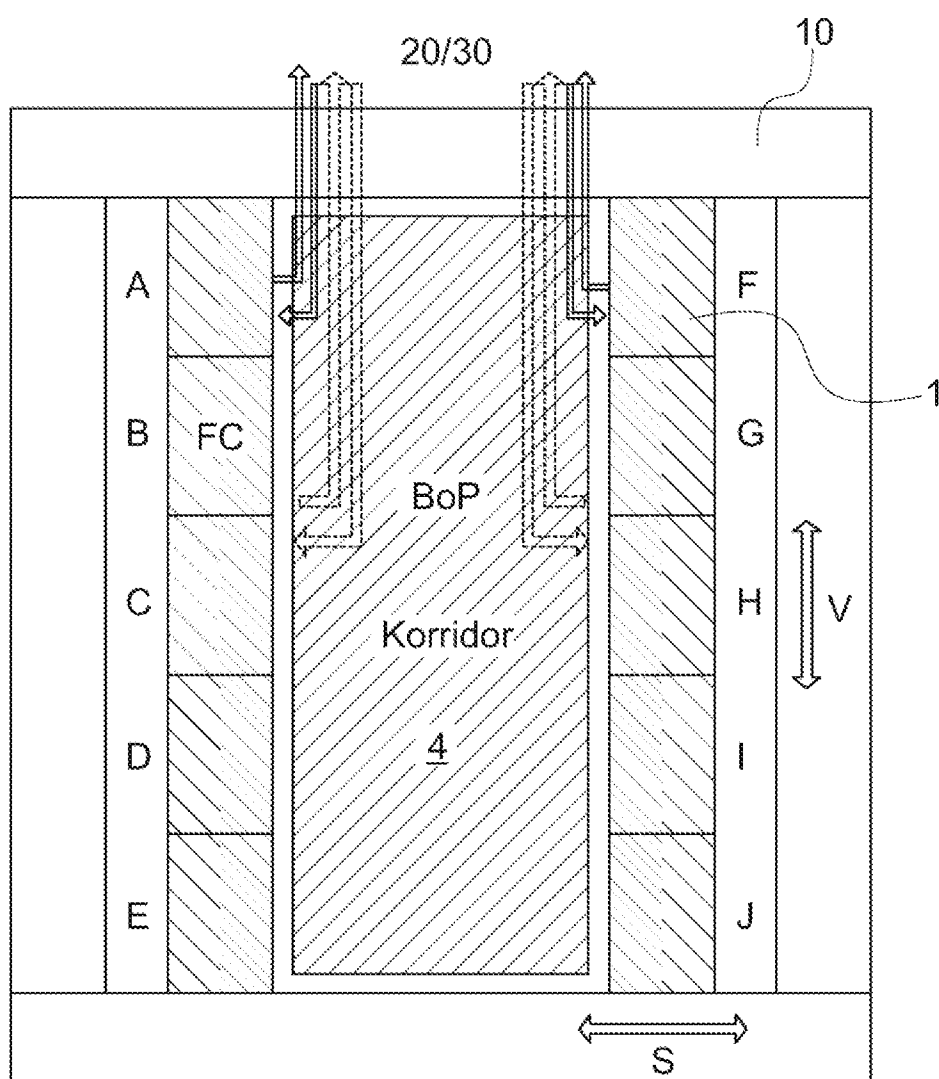


Fig. 1

2/2

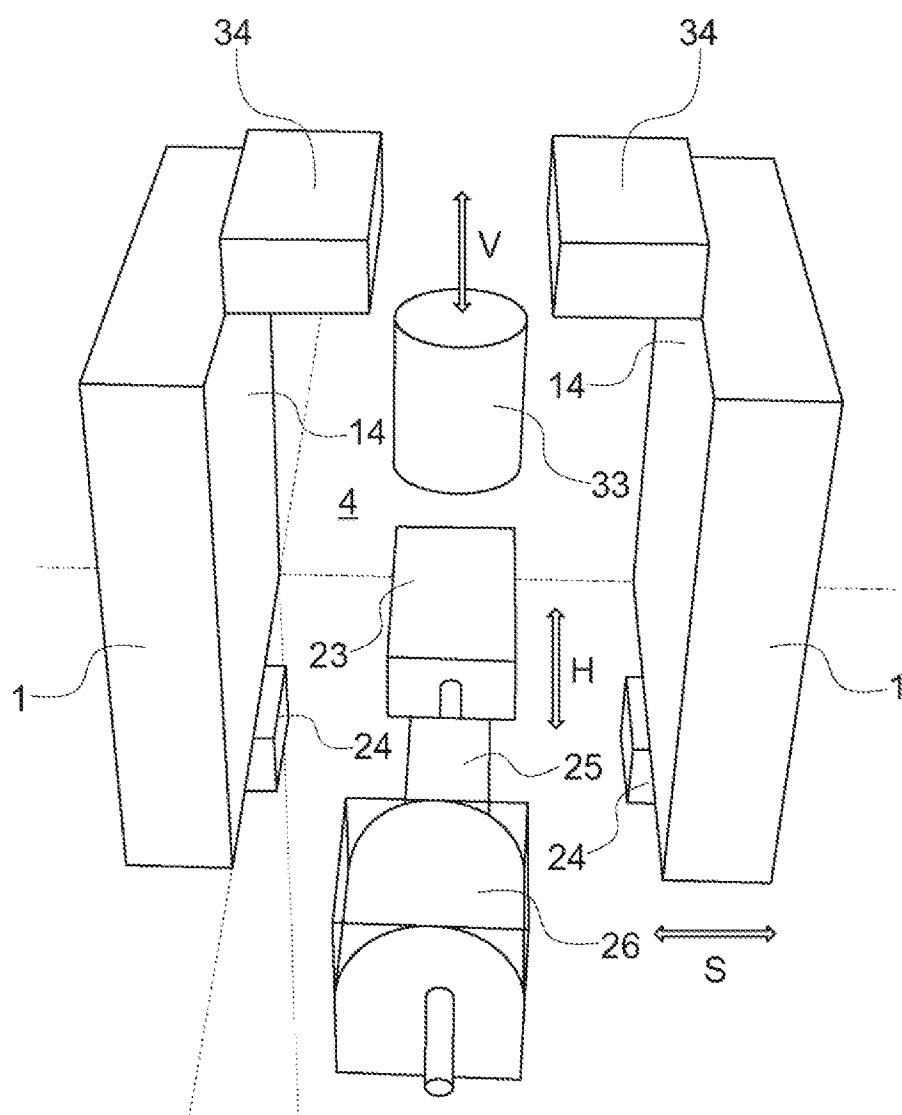


Fig. 2