



(10) **DE 10 2007 042 425 B4** 2021.01.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 042 425.8**
(22) Anmeldetag: **06.09.2007**
(43) Offenlegungstag: **12.03.2009**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.01.2021**

(51) Int Cl.: **H01M 8/04014** (2016.01)
F28D 20/02 (2006.01)
H01M 8/0662 (2016.01)

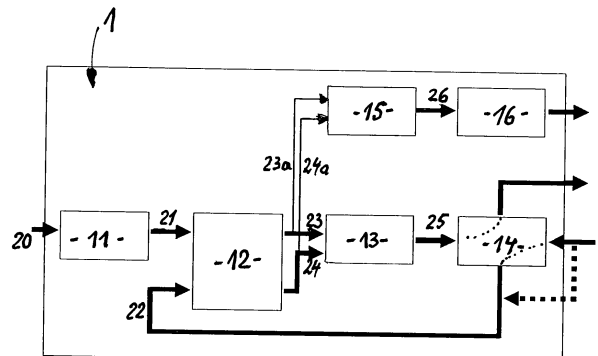
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz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

(73) Patentinhaber:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:
**Hartmann, Lutz, Dr., 85232 Bergkirchen, DE;
Neumann, Alexander, 80797 München, DE;
Patron, Gustavo Rizo, 80807 München, DE;
Schwarz, Carsten, Dr., 81737 München, DE**

(54) Bezeichnung: **Einheit aus Brennstoffzelle und Nachbrenner mit Latentwärmespeicher und Wärmetauscher**

(57) Hauptanspruch: Einheit aus einer Brennstoffzelle (12), einem Nachbrenner (13) für das Brennstoffzellen-Restgas sowie einem Latentwärmespeicher (16) zur Speicherung und einem Wärmetauscher (14) zur Nutzung zumindest eines Teils der im Nachbrenner (13, 15) erzeugten Abwärme, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher (16) in oder innerhalb an einer diese Einheit umhüllenden Wärme-Isolationsschicht (3, 32) vorgesehen und ausgelegt ist, bei sich aufgrund nicht betriebener Brennstoffzelle (12) abkühlender Wärme-Isolationsschicht (3) durch Phasenwechsel Wärme an die Isolationsschicht (3) abzugeben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einheit aus einer Brennstoffzelle, einem Nachbrenner für das Brennstoffzellen-Restgas sowie einem Latentwärmespeicher zur Speicherung und einem Wärmetauscher zur Nutzung zumindest eines Teils der im Nachbrenner erzeugten Abwärme. Zum bekannten Stand der Technik wird neben der DE 199 45 713 A1 auf die DE 102 54 842 A1 verwiesen.

[0002] Eine derartige Einheit, die weiterhin einen Reformier zur Erzeugung eines in der Brennstoffzelle (bzw. in einem Brennstoffzellen-Stack = Stapel von Einzel-Brennstoffzellen) zu verbrennenden Synthesegases aufweisen kann, kann beispielsweise als sog. Brennstoffzellen-APU (APU = auxiliary power unit = Hilfsenergieerzeugungseinheit) zum Einsatz kommen, in der jedenfalls dann, wenn eine Festoxid-Brennstoffzelle (= SOFC) enthalten ist, mit hohen Betriebstemperaturen in der Größenordnung von 750°C bis 950°C gearbeitet wird. Während des Stillstands einer solchen APU sollte ein starkes Abkühlen sowohl im Hinblick auf die Materialbelastung als auch hinsichtlich des Energieaufwandes zum neuerlichen Erreichen der Betriebstemperatur vermieden werden.

[0003] Grundsätzlich bekannt ist es daher, die einzelnen Komponenten der Einheit, nämlich einen ggf. vorhandenen Reformier, den sog. Brennstoffzellen-Stack, den Brenner und den genannten Wärmetauscher einzelnen oder im Ganzen zu isolieren, d.h. mit einer Wärmeisolationsschicht zu umhüllen. Als Isolationsmaterial kommen üblicherweise mikroporöse Materialien mit geringem Wärmeleitkoeffizienten zum Einsatz. Die Dicke der Isolierung wird den Anforderungen entsprechend ausgelegt.

[0004] In vielen Betriebszuständen einer solche Einheit wird unverbrauchtes Anodenabgas der Brennstoffzelle, welches hier allgemein als Brennstoffzellen-Restgas bezeichnet wird, in einem sog. Nachbrenner nach verbrannt, d.h. nachoxidiert, ehe es als Abgas in die Umgebung abgeführt werden kann. Die dabei freigesetzte Wärme wird in einem Wärmetauscher an den der Brennstoffzelle zugeführten Frischluftstrom abgegeben.

[0005] Aus der eingangs zweitgenannten DE 102 54 842 A1, die zur Bildung des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 herangezogen wurde, ist es weiterhin bekannt, in einer solchen Einheit einen Wärmespeicher, insbesondere in Form eines Latentwärmespeichers, vorzusehen, in welchem bspw. in einem Brenner erzeugte Wärme für ein Aufwärmen einer der Komponenten der Einheit im Anschluss an eine Stillstandsphase der Einheit gespeichert werden kann.

[0006] Weiteren bekannten Stand der Technik bildet die eingangs erstgenannte DE 199 45 713 A1, in der eine Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle beschrieben und unter anderem vorgeschlagen ist, zur Erhaltung der Betriebstemperatur und zur Verbesserung des Anfahrverhaltens eine Isolation vorzusehen, wobei ein Latentwärmespeichermaterial in einem doppelwandigen Gehäuse des Brennstoffzellen-Stacks untergebracht sein kann.

[0007] Zurückkommend auf den nächstkommenden Stand der Technik ist festzustellen, dass aufgrund der großen Temperaturdifferenzen zwischen der mit einer Isolationsschicht umhüllten Einheit und der Umgebung die Temperatur innerhalb dieser Einheit bei Verwendung des herkömmlichen Isolierungskonzeptes und unter Berücksichtigung realisierbarer Isolierungsstärken nach einem Stillsetzen der Einheit schneller absinkt als dies erwünscht ist. Größere Isolierungsstärken können aufgrund des zur Verfügung stehenden Bauraumes zumeist nicht realisiert werden, während die Mehrkosten für Isolationsmaterialien mit geringerem Wärmeleitkoeffizienten nicht durch die mögliche Verbesserung hinsichtlich der Abkühlzeit gerechtfertigt werden können.

[0008] Ein verbessertes Isolierungskonzept für eine Einheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufzuzeigen, ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher in oder innerhalb an einer diese Einheit umhüllenden Wärme-Isolationsschicht vorgesehen und ausgelegt ist, bei sich aufgrund nicht betriebener Brennstoffzelle abkühlender Wärme-Isolationsschicht durch Phasenwechsel Wärme an die Isolationsschicht abzugeben. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

[0009] Vorgeschlagen ist somit, dass ein Latentwärmespeicher bei Betrieb der Einheit einen Teil der bei der Nachverbrennung des Brennstoffzellen-Restgases erzeugten Abwärme durch Phasenumwandlung speichert. Nach Stillsetzen der Einheit beginnt der Abkühlungsprozess auch in und an der Wärme-Isolationsschicht dieser Einheit, woraufhin der neuerliche Phasenwechsel in Gang kommen soll, bei welchem Wärme an die Wärme-Isolationsschicht abgegeben wird. Hierdurch wird dieser Abkühlungsprozess signifikant verlangsamt und somit die Zeitdauer, während derer die Einheit und insbesondere die Brennstoffzelle, aber auch ein ggf. vorhandener Reformier derselben auch bei Stillstand noch auf einer Temperatur nahe ihrer bzw. seiner Betriebstemperatur gehalten wird, erheblich verlängert.

[0010] Um den Latentwärmespeicher aufzuladen, werden durch diesen die heißen aus der Nachverbrennung des Brennstoffzellen-Restgases stammenden

den Abgase hindurchgeführt. Dabei ist es möglich, den Abgasstrom eines einzigen Nachbrenners aufzuteilen auf den besagten Latentwärmespeicher einerseits sowie auf einen bzw. den eingangs bereits genannten Wärmetauscher zur Vorwärmung des der Brennstoffzelle zugeführten Frischluftstromes andererseits. Alternativ kann dem Latentwärmespeicher ein eigener Zusatz-Brenner für einen Teil des Brennstoffzellen-Restgases zugeordnet sein, welches vor Einleitung in den anderen Nachbrenner abgezweigt und dem Zusatz-Brenner zugeführt wird. Stets wird dabei durch die Brenner-Abgase ein Phasenwechsel des Latentwärmespeicher-Materials hervorgerufen und damit die Abgasenthalpie als latente Wärme gespeichert.

[0011] Im bekannten Stand der Technik besteht beim Nach-Verbrennen des Brennstoffzellen-Restgases, bei dem es sich bei Vorhandensein eines Reformers um unverbrauchtes Synthesegas desselben handelt, die Notwendigkeit, die Temperatur des Nachbrenners bzw. die Temperatur des der Brennstoffzelle zugeführten Frischluftstroms zu regeln. Dies erfolgt beispielsweise mit Hilfe eines Bypass für diesen Frischluftstrom am besagten Wärmetauscher, in welchem dieser mit der Abwärme des Nachbrenner-Abgasstromes vorgewärmt wird, vorbei; bedingt jedoch einen hohen konstruktiven Aufwand und ggf. eine zusätzliche Lufteinkopplung mit erhöhtem Druckverlust im Gesamtsystem zur Zwangskühlung des Nachbrenners. Dieser Aufwand kann vorteilhafterweise vermieden werden, wenn der Zusatzbrenner und der Nachbrenner derart ausgelegt sind oder durch gesteuerte bzw. geregelte Aufteilung des Brennstoffzellen-Restgases über eine Ventilvorrichtung derart betrieben werden, dass der der Brennstoffzelle zugeführte Frischluftstrom zur Vorwärmung vollständig durch den die Abwärme des Nachbrenners nutzenden Wärmetauscher hindurchführbar ist und dabei auf ein geeignetes Temperaturniveau erwärmt wird. Im Sinne einer vorteilhaften Weiterbildung kann der genannte Zusatzbrenner als katalytischer Brenner ausgeführt und im Latentwärmespeicher integriert sein.

[0012] Die beiden beigefügten Prinzipskizzen zeigen ein Ausführungsbeispiel und dienen der näheren Erläuterung der Erfindung. Dabei ist in **Fig. 1** ein Schemabild und in **Fig. 2** ein stark abstrahierter Schnitt durch eine erfindungsgemäße Einheit dargestellt.

[0013] Mit der Bezugsziffer **1** ist eine sog. „Hotbox“ gekennzeichnet, die (vgl. **Fig. 1**) die innerhalb einer in ihrer Gesamtheit mit der Bezugsziffer **3** gekennzeichneten Wärme-Isolationsschicht angeordneten Komponenten einer Einheit, bestehend aus einem Reformer **11**, einem Brennstoffzellen-Stack **12** (auch Brennstoffzelle **12** genannt), einem Nachbrenner **13**, einem Wärmetauscher **14**, einem Zusatz-Brenner **15**

sowie einem Latentwärmespeicher **16** sowie diese Bauelemente geeignet fluidisch verbindenden Rohrleitungen **2x**, enthält.

[0014] Diese genannten Komponenten wurden - soweit erforderlich - in der Beschreibungseinleitung (unter Verwendung der gleichen Bezeichnungen) bereits erläutert. Dabei wird wie üblich dem Reformer **11** über eine Leitung **20** zumindest ein Kraftstoffstrom zugeführt, der im Reformer **11** zu einem Synthesegas umgewandelt wird, das über eine Leitung **21** der Brennstoffzelle **12** zur Verbrennung zugeführt wird. Hierfür erhält die Brennstoffzelle **12** über eine Leitung **22** ferner einen aus der Umgebung abgezogenen Frischluftstrom, der zur Vorwärmung durch den Wärmetauscher **14** geführt wird. Nicht vollständig in der Brennstoffzelle **12** verbranntes Synthesegas wird als sog. Brennstoffzellen-Restgas über eine Leitung **23** und ein Rest-Luftstrom aus der Brennstoffzelle **12** wird über eine Leitung **24** teilweise dem Nachbrenner **13** und über von diesen genannten Leitungen **23**, **24** abzweigenden Zweig-Leitungen **23a**, **24a** teilweise dem Zusatz-Brenner **15** zugeführt. Während das Abgas des Nachbrenners **13** über eine Leitung **25** dem Wärmetauscher **14** zugeführt und durch diesen hindurch in die Umgebung abgeführt wird, gelangt das Abgas des Zusatz-Brenners **15** über eine Leitung **26** zum Latentwärmespeicher **16** und durch diesen hindurch schließlich in die Umgebung.

[0015] Wie **Fig. 2** zeigt, ist diese sog. „Hotbox“ **1** von einer Wärme-Isolationsschicht **3** umhüllt. Diese besteht aus einer inneren Isolationsschicht **31**, die die Hotbox **1** direkt umgibt und an die sich nach außen hin eine den Latentwärmespeicher **16** bildende bzw. enthaltende sog. Wärmespeicherschicht **32** anschließt, die (bzw. der) ihrerseits (bzw. seinerseits) nach außen hin von einer äußeren Isolationsschicht **33** umhüllt ist. Durch den Latentwärmespeicher **16** bzw. durch die entsprechende Wärmespeicherschicht **32** hindurch ist bzw. sind die bereits genannte(n) Leitung(en) **26** geführt, die das Abgas des Zusatz-Brenners **15** (vorzugsweise auf mehrere Leitungen **26** aufgeteilt) abführen, so dass dessen Abwärme wie vor der Figurenbeschreibung geschildert in der Wärmespeicherschicht als latente Wärme gespeichert werden kann, wobei noch darauf hingewiesen sei, dass durchaus eine Vielzahl von Details abweichend von obigen Erläuterungen gestaltet sein kann, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Einheit aus einer Brennstoffzelle (12), einem Nachbrenner (13) für das Brennstoffzellen-Restgas sowie einem Latentwärmespeicher (16) zur Speicherung und einem Wärmetauscher (14) zur Nutzung zumindest eines Teils der im Nachbrenner (13, 15) erzeugten Abwärme, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Latentwärmespeicher (16) in oder innerhalb an einer diese Einheit umhüllenden Wärme-Isolationsschicht (3, 32) vorgesehen und ausgelegt ist, bei sich aufgrund nicht betriebener Brennstoffzelle (12) abkühlender Wärme-Isolationsschicht (3) durch Phasenwechsel Wärme an die Isolationsschicht (3) abzugeben.

2. Einheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Latentwärmespeicher (16) ein eigener Zusatzbrenner (15) für einen Teil des Brennstoffzellen-Restgases zugeordnet ist.

3. Einheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzbrenner (15) als katalytischer Brenner ausgeführt und im Latentwärmespeicher (16) integriert ist.

4. Einheit nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzbrenner (15) und der Nachbrenner (13) derart ausgelegt sind oder durch Aufteilung des Brennstoffzellen-Restgases über eine Ventilvorrichtung derart betrieben werden, dass der der Brennstoffzelle (12) zugeführte Frischluftstrom zur Vorwärmung vollständig durch den die Abwärme des Nachbrenners (13) nutzenden Wärmetauscher (14) hindurchführbar ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

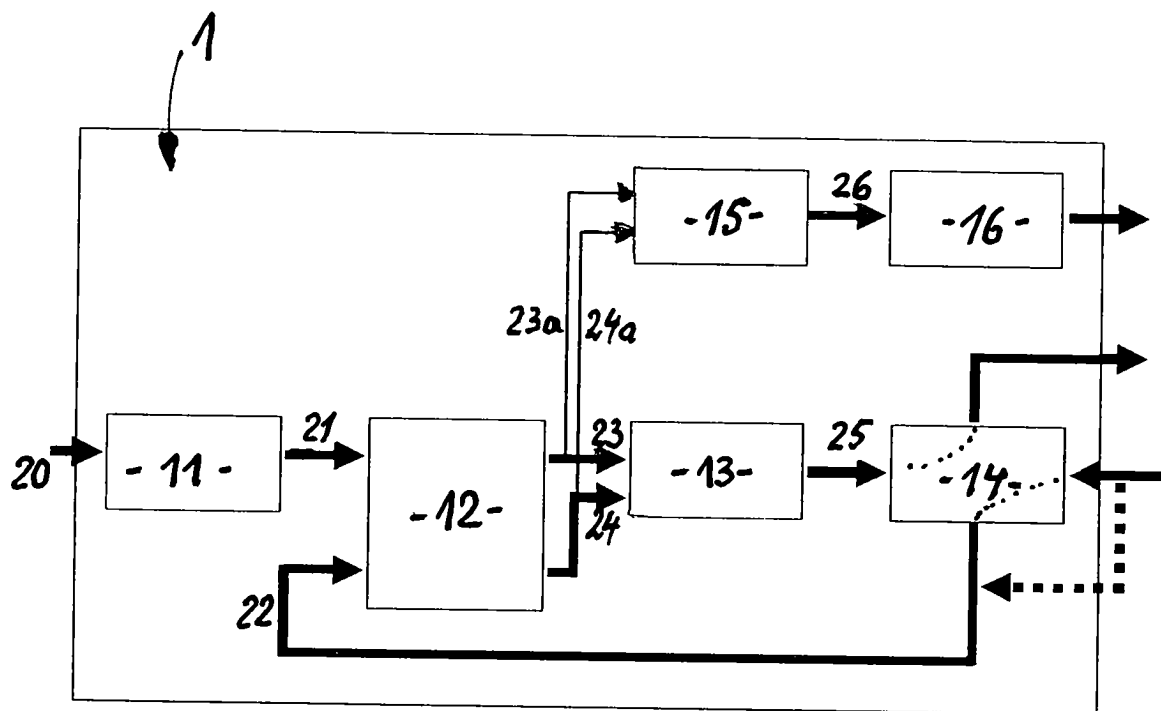


Fig. 1

