

(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
04. Oktober 2018 (04.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/178232 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0612 (2016.01) H01M 8/12 (2016.01)
H01M 8/04014 (2016.01) H01M 8/124 (2016.01)
H01M 8/04007 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/058068

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2018 (29.03.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 107 003.6
31. März 2017 (31.03.2017) DE

(71) Anmelder: BRANDENBURGISCHE TECHNISCHE UNIVERSITÄT COTTBUS-SENFTEN-

BERG [DE/DE]; Platz der Deutschen Einheit 1, 03046 Cottbus (DE).

(72) Erfinder: BERG, Heinz Peter; Am Feldrain 8, 03054 Cottbus (DE).

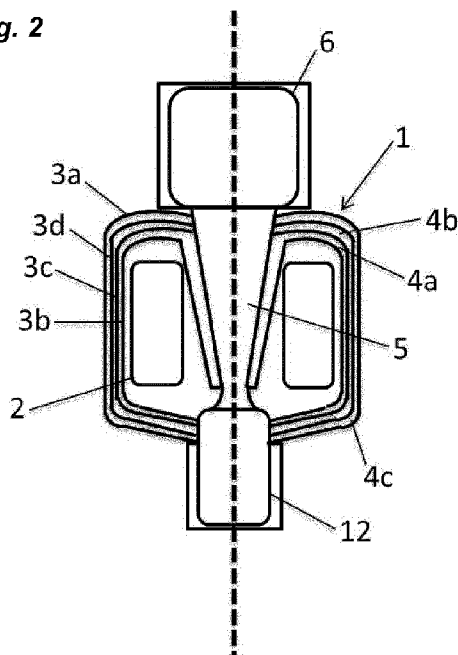
(74) Anwalt: MÜLLER & SCHUBERT PATENTANWÄLTE; Schlüterstraße 37, 10629 Berlin (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: CONTAINER FOR OPERATING HIGH-TEMPERATURE FUEL CELLS

(54) Bezeichnung: BEHÄLTNIS ZUM BETRIEB VON HOCHTEMPERATURBRENNSTOFFZELLEN

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a container (1) for receiving and operating high-temperature fuel cells (2), comprising multiple layers (3) arranged one over the other. An outer layer (3a) delimits the container outwards, and additional layers (3) are arranged in the container (1) interior formed in the aforementioned manner. An inner layer (3b) is arranged centrally in the interior of the container (1) in order to receive high-temperature fuel cells (2) and completely encases the high-temperature fuel cells (2). The container also comprises a third layer (3c) which is arranged over the inner layer (3b) and completely surrounds same, at least one fourth layer (3d) which is arranged over the third layer (3c) and completely surround same, and the outer layer (3a) which is arranged over the at least fourth layer (3d) and completely surrounds same. An intermediate space (4) through which fluids can pass is formed between at least two layers (3) arranged one over the other. The aforementioned design is advantageous in that the container according to the invention is shielded from the surroundings, whereby virtually no heat is dispensed outwards, and based thereon and on the heat recirculation of the parts in the interior of the container, heat loss is reduced overall.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Behältnis (1) zur Aufnahme und zum Betrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen (2), umfassend mehrere übereinander angeordnete Schichten (3), wobei eine äußere Schicht (3a) das Behältnis nach außen hin begrenzt und im so ausgebildeten Innenraum des Behältnisses (1) weitere Schichten (3) angeordnet sind, wobei eine innere Schicht (3b), zur Aufnahme von Hochtemperaturbrennstoffzellen (2), zentral im Innenraum des Behältnisses (1) angeordnet ist und die Hochtemperaturbrennstoffzellen (2) vollständig umhüllt, eine dritte Schicht (3c), welche über der



WO 2018/178232 A1

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, ST, 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)

inneren Schicht (3b) angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, mindestens eine vierte Schicht (3d), welche über der dritten Schicht (3c) angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, und die äußere Schicht (3a), welche über der mindestens vierten Schicht (3d) angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, wobei zwischen mindestens zwei übereinander angeordneten Schichten (3) ein durch Fluide durchdringbarer Zwischenraum (4) ausgebildet ist. Vorteilhaft an diesem Aufbau ist, dass das erfindungsgemäße Behältnis von der Umgebung abgeschirmt ist, wodurch zum einen so gut wie keine Wärme nach außen abgegeben wird und auf Grund dessen und der Teilwärmerückführung im Innern des Behältnisses, insgesamt der Wärmeverlust reduziert wird.

Behältnis zum Betrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Behältnis zur Aufnahme und zum Betrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen.

10 Im Stand der Technik sind hybride Kombinationen von Hochtemperaturbrennstoffzellen mit Gasturbinen bekannt. Hierbei werden die einzelnen Komponenten, wie z. Bsp. Turbinenteile, Wärmetauscher, Nachbrennkammer oder Druckbehälter, stets mit Rohrleitungen verbunden. Diese müssen isoliert werden, um den Wärmeverlust zu minimieren. Eine besonders hohe Anforderung wird hierbei an den Druckbehälter, in dem sich die Hochtemperaturbrennstoffzellen befinden, gestellt. Dieser Behälter muss dem hohen Betriebsdruck bei hohen Betriebstemperaturen von 650°C - 1100°C standhalten können und den gesetzlich gültigen Behälterrichtlinien genügen. Das-
15 selbe gilt für die verbindenden Rohrleitungen.

20 In der EP 2 057 708 B1 werden eine integrierte Festoxid-Brennstoffzelle und ein Brennstoffprozessor offenbart. Die Brennstoffzellen-Einheit umfasst eine Mehrzahl an zueinander winkligen Brennstoffzellen-Stacks, die in einer ringförmigen Struktur angeordnet sind, um eine zentrale Achse zu bilden, wobei jeder der Brennstoffzellen-Stacks eine Stapelrichtung aufweist, die sich parallel zu der zentralen Achse erstreckt. Eine ringförmige Kathodenzufuhrleitung umgibt die Brennstoffzellen-Stacks, um einen Kathodenzufuhrstrom dorthin zu liefern und die Brennstoffzellen-Stacks wiederum umgeben eine
25 ringförmige Kathodenabgasleitung, um einen Kathodenabgasstrom davon aufzunehmen. Zudem ist offenbart, dass die Brennstoffzellen-Einheit einen ringförmigen Kathodenrekuperator-Wärmetauscher, der von den Brennstoffzellen-Stacks radial nach außen positioniert ist, um Wärme zwischen einem Kathodenzufuhrstrom und einem Kathodenabgasstrom zu übertragen und
30 einen ringförmigen Anodenrekuperator-Wärmetauscher, der radial einwärts von den Brennstoffzellen-Stacks positioniert ist, um Wärme zwischen einem Anodenzufuhrstrom und einem Anodenabgasstrom zu übertragen, umfasst.

35 In der DE 10 2006 031 866 A1 wird ein Brennstoffzellensystem beschrieben, das in einem Gehäuse untergebracht ist und wobei um das Brennstoffzellen-

system eine zusätzliche Isolationsschicht vorgesehen ist, so dass zwischen dem Außengehäuse und der Isolationsschicht ein Spalt entsteht.

Die DE 199 45 715 A1 betrifft ein doppelwandiges Gehäuse für eine Brennstoffzelle, wobei das Gehäuse zur Aufnahme von Abwärme der Brennstoffzelle mit einem Latentwärmespeicher gefüllt sein kann. Dabei ist auch eine Vakuumisolation in Kombination mit Latentwärmespeichermaterialien möglich. Hierin nicht beschreiben werden weitere Schichten, die zur Führung von Medien und Fluiden geeignet sind, um die Energiebilanz zu verbessern.

In der DE 10 2007 010 741 A1 wird ein Batteriegehäuse offenbart, welches mit einem Außengehäuse versehen ist, um die Kühlung des Batterieverbundes zu ermöglichen. Dabei wird eine Kühlflüssigkeit durch das Gehäuse geleitet.

Aus der EP 0 588 004 A1 ist ein doppelwandiges Gehäuse zur Isolierung einer Hochtemperaturspeicherbatterie bekannt. Ferner werden Isolationsschichten mit und ohne Latentwärmespeicher beschrieben.

Die DE 10 2008 050 987 A1 beschreibt schließlich eine Kühlvorrichtung für einen Brennstoffzellenstapel.

Die Nachteile des aktuellen Standes der Technik sind, dass die Anlagen relativ groß und schwer gebaut werden müssen und die Wärmeverluste (Reduktion des Exergiepotentials) und die entstehenden Materialkosten auf Grund der Verwendung von hochtemperaturbeständigen Stählen, einer Vielzahl von Isolierungen und erhöhten Materialeinsatz, hoch sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher ein Behältnis zur Aufnahme und zum Betrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen bereitzustellen, welches die Nachteile des Standes der Technik überwindet.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Behältnis 1 zur Aufnahme und zum Betrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen 2, umfassend mehrere übereinander angeordnete Schichten 3, wobei eine äußere Schicht 3a das Behältnis 1 nach außen hin begrenzt und im so ausgebildeten Innenraum des Behältnisses 1 weitere Schichten 3 angeordnet sind, wobei eine innere Schicht 3b, zur

Aufnahme von Hochtemperaturbrennstoffzellen 2, zentral im Innenraum des Behältnisses 1 angeordnet ist und die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 vollständig umhüllt, eine dritte Schicht 3c, welche über der inneren Schicht 3b angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, mindestens eine vierte Schicht 3d, welche über der dritten Schicht 3c angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, und die äußere Schicht 3a, welche über der mindestens vierten Schicht 3d angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, wobei zwischen mindestens zwei übereinander angeordneten Schichten 3 ein durch Fluide durchdringbarer Zwischenraum 4 ausgebildet ist.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, dass die Anordnung der verschiedenen Schichten und die dadurch gegebenenfalls gebildeten Zwischenräume geeignet sind, Medien, Fluide und Wärmespeichermaterialien zu führen oder zu halten, um die Energiebilanz zu verbessern.

Hochtemperaturbrennstoffzellen verwenden keramische Elektrolyte zur Leitung von Sauerstoffionen, um durch die Übertragung von Sauerstoffionen von einem oxidierenden Gasstrom an der Kathode der Hochtemperaturbrennstoffzelle zu einem reduzierenden Gasstrom an der Anode der Hochtemperaturbrennstoffzelle einen elektrischen Strom zu produzieren. Hochtemperaturbrennstoffzellen benötigen einen Betriebstemperaturbereich, der verglichen mit jeglichen anderen Brennstoffzelltechnologien der höchste ist, wodurch eine Reihe von Vorteilen entstehen. Die Geschwindigkeit elektrochemischer Reaktionen der Hochtemperaturbrennstoffzellen erhöht sich mit steigender Temperatur, wodurch die Aktivierungsspannungsverluste für die Hochtemperaturbrennstoffzellen verringert werden. Die hohe Betriebstemperatur von Hochtemperaturbrennstoffzellen kann die Notwendigkeit von Edelmetallkatalysatoren ausschließen, wodurch Materialkosten wesentlich reduziert werden können.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Schicht eine sehr dünne, größere Fläche aus Material bzw. Werkstoff, wobei die Schicht aus Material bestehen kann, welches für Fluide durchlässig ist oder aus Material, welches für Fluide undurchlässig ist. Des Weiteren kann im Sinne der vorliegenden Erfindung das Material, aus dem die Schicht besteht, einteilig ausgebildet sein, aus einer Netzstruktur bestehen oder porös sein. Eine erfindungsgemäße

Schicht kann eine Wärmedurchgangsschicht, Isolierschicht oder Speicherschicht sein, je nachdem aus welchem Material sie besteht. Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die Isolierschicht für bestimmte Stoffe bzw. Fluide undurchlässig oder weist eine gegen bestimmte Einflüsse abschirmende Funktion auf. Dadurch wird die Abgabe von Wärme vom erfindungsgemäßen Behältnis an die Umgebung verringert und somit der Wärmeverlust insgesamt reduziert. Des Weiteren kann im Sinne der vorliegenden Erfindung durch die Wärmedurchgangsschicht Wärme von einem Zwischenraum zu einem anderen Zwischenraum über die Wärmedurchgangsschicht abgegeben werden. Die Speicherschicht kann die Funktion eines Latentwärmespeichers aufweisen, welcher thermische Energie verborgen, verlustarm, mit vielen Wiederholzyklen und über lange Zeit speichern kann. Die Schichten können aus unterschiedlichen Materialien bestehen, wodurch die Funktionen der einzelnen Schichten unterschiedlich sein können. Insbesondere bevorzugt ist es bei der vorliegenden Erfindung, wenn die innere Schicht eine Isolierschicht ist oder eine Isolierschicht, die zusätzlich eine Speicherschicht aufweist. Diese Speicherschicht ist jedoch lediglich auf der Seite der inneren Schicht aufgebracht, die den Hochtemperaturbrennstoffzellen zugewandt ist. Die äußere Schicht sowie die dritte und vierte Schicht sind jeweils Isolierschichten. Im Sinne der vorliegenden Erfindung können alle Schichten mehrschichtig aufgebaut sein, jedoch ist insbesondere die vierte Schicht mehrschichtig aufgebaut und eine Isolierschicht sowie eine weitere Schicht aufweist, welche für jegliche Massenströme völlig undurchlässig ist. Vorteilhaft an diesem Aufbau ist somit, dass das erfindungsgemäße Behältnis von der Umgebung abgeschirmt ist, wodurch zum einen sehr wenig Wärme nach außen abgegeben wird, wodurch der Wärmeverlust insgesamt reduziert wird und zum anderen das Behältnis nach außen hin kalt ist, wodurch das Verbrennungsrisiko für den Anwender nahezu eliminiert wurde. Des Weiteren wird der Wärmeverlust durch die interne Rückführung der Wärme reduziert.

Als Zwischenraum wird erfindungsgemäß der Bereich bezeichnet, der zwischen zwei übereinander angeordneten Schichten bzw. benachbarten Schichten ausgebildet ist bzw. durch diese Schichten begrenzt wird. Im Sinne der vorliegenden Erfindung bilden zwei übereinander angeordnete Schichten einen Zwischenraum aus, wobei erfindungsgemäß zumindest einer dieser Zwischenräume mit Fluiden durchdringbar ist. Fluide sind im Sinne

der vorliegenden Erfindung Gase oder Flüssigkeiten. Des Weiteren können in Zwischenräumen Kabel aufgenommen werden oder durch die Schichten hindurchgeführt werden. Somit ist der Aufbau des erfindungsgemäßen Behältnisses insgesamt kompakt und die Baugröße verringert.

5

Besonders bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, bei dem im Innenraum eine zusätzliche Schicht angeordnet ist, wobei diese Schicht eine druckstabile Schicht 3e ist.

10

Die druckstabile Schicht kann im Sinne der vorliegenden Erfindung eine hybridartig aufgebaute Schicht sein. Im Sinne der vorliegenden Erfindung sind zwei unterschiedliche Ausgestaltungen der druckstabilen Schicht möglich, die sich auf Grund ihrer Anordnung innerhalb des Behältnisses unterscheiden können. Dabei ist insbesondere eine druckstabile Schicht bevorzugt, welche über der dritten Schicht angeordnet ist und diese vollständig umhüllt sowie direkt an der äußeren Schicht angeordnet ist. Direkt bedeutet erfindungsgemäß, dass zwischen der druckstabilen Schicht und der äußeren Schicht kein Zwischenraum ausgebildet ist. Diese Ausgestaltung der druckstabilen Schicht ist kühl und weist die Funktion einer Wärmeisolierung auf.

15

20

Die zweite Ausgestaltung der druckstabilen Schicht ist zwischen der inneren Schicht und einem Mittelvolumen ausgebildet. Diese Ausgestaltung der druckstabilen Schicht ist heiß und weist die Funktion einer Wärmedurchgangsschicht auf.

25

Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist, dass der Druck im erfindungsgemäßen Behältnis nur von dem Druckverhältnis eines Verdichters, mit dem das Behältnis gekoppelt ist, abhängig ist und nur die druckstabile Schicht den Druck aufnehmen muss.

30

Insbesondere bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, bei dem die innere Schicht 3b zumindest zweiteilig aufgebaut ist, wobei der Teil der Schicht, welcher den Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 zugewandt ist, eine Speicherschicht ist.

35

Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, welches im Wesentlichen eine kugelartige, kubusartige oder vieleckartige Form aufweist.

Erfindungsgemäß bevorzugt ist dabei, dass die Kugel, der Kubus oder das Vieleck gegebenenfalls entlang mindestens einer seiner Rotationsachsen gestreckt und/oder verzerrt ist.

5 Besonders bevorzugt ist dabei weiterhin, dass das Behältnis 1 rotations-symmetrisch ist.

Weiterhin ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 bevorzugt, wobei die innere Schicht 3b eine torusartige Form aufweist und ein Mittelvolumen 5 ausbildet,
10 welches konisch, zylindrisch oder hyperbolisch ausgebildet ist.

Ein Torus ist nach allgemeiner mathematischer Definition ein topologisches Produkt zweier Kreise. Die Kreise werden derart miteinander verbunden, dass sie eine wulstartig geformte Fläche mit einem Loch ausbilden. Ein
15 Längsschnitt durch einen solchen Torus zeigt in der bildhaften Darstellung zwei Kreise symmetrisch zur Achse (rotationssymmetrischer Kreisring). In der vorliegenden Erfindung ist es jedoch auch möglich, dass der Torus entlang seiner Rotationsachse gestreckt ist. In diesem Fall besteht der Torus aus zwei zylinderartigen Rohren (mit unterschiedlichem Radius), die oben
20 und unten jeweils ein stereometrisches Element (Bsp. Halbkreiskappe oder Halbkreissegmente) aufweisen. In einem anderen Fall kann die eine oder die andere oder beide zylindrische Rohrgeometrien dieses Toruses auch eine abschnittsweise variable Geometrie (Bsp. Kegelgeometrie oder hyperbolische Geometrie) besitzen, welche sich in eine Richtung hin verjüngt. Auch in
25 diesem Fall weist der Querschnitt an der der Ober- und Unterseite des Kegels jeweils ein stereometrisches Element (Bsp. Halbkreiskappe oder Halbkreissegment) auf.

Weiterhin kann der Torus auch entlang seiner Rotationsachse gestreckt und verzerrt sein. In diesem Fall zeigt ein Querschnitt durch den Torus einen
30 schiefen Kegel, mit den entsprechenden stereometrischen Elementen an der Ober-und Unterseite des Kegels.

Bevorzugt ist ferner ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, wobei die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 planar, tubulär, monolithisch oder eine Kombination
35 der planaren und tubulären Bauweise sind.

Vorteilhaft an der Verwendung von Hochtemperaturbrennstoffzellen, welche planar sind, ist, dass diese in der Lage sind, eine sehr hohe volumetrische Leistungsdichte zu erreichen. Des Weiteren können planare Hochtemperaturbrennstoffzellen durch die Verwendung von preiswerten Fertigungstechniken in Masse produziert werden, wodurch sich die Herstellungskosten insgesamt verringern. Auch die Verwendung von Hochtemperaturbrennstoffzellen, welche monolithisch sind, ist vorteilhaft, da diese Hochtemperaturbrennstoffzellen ohne eine Stützstruktur auskommen und Leistungsdichten von 8000W/kg ermöglichen.

10

Besonders bevorzugt ist dabei, dass die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2, welche planar sind, als Hochtemperaturbrennstoffzellenstapel ausgebildet sind. Im Sinne der vorliegenden Erfindung können die Hochtemperaturbrennstoffzellenstapel auch als Trauben zusammengefasst werden.

15

Erfindungsgemäß bevorzugt ist ferner ein Behältnis 1, wobei die jeweiligen Schichten 3 aus hochwarmfesten metallischen Materialien, Metall, Legierungen, Stahl, Kunststoff, Keramik, Schaumstoff, deren Kombinationen oder Verbundwerkstoffen bestehen.

20

Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die Wahl des Materials von der jeweiligen Funktion der Schicht abhängig, nämlich ob die Schicht die Funktion einer Isolierschicht, einer Wärmedurchgangsschicht, einer Speicherschicht oder einer druckstabilen Schicht aufweisen soll. Weiterhin kann im Sinne der vorliegenden Erfindung die Schicht hybridartig aufgebaut sein. Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn die Schichten aus unterschiedlichen Materialien bestehen und somit unterschiedliche Funktionen übernehmen können. Keramik kann beispielsweise als Material für eine Isolierschicht dienen, wohingegen gekapselte Salze oder gekapseltes flüssiges Metall insbesondere als Materialien für eine Speicherschicht geeignet sind und legierter Stahl generell als Material für Wärmedurchgangsschichten geeignet ist.

25

30

35

Bevorzugt ist dabei insbesondere, dass die jeweiligen Schichten 3 aus unterschiedlichen Materialien bestehen, welche unterschiedliche Wärmedurchgangswerte aufweisen.

Der Wärmedurchgangswert ist ein Maß für den Wärmedurchgang durch einen festen Körper (etwa eine Wand) von einem Fluid in ein zweites Fluid aufgrund eines Temperaturunterschiedes zwischen den Fluiden. Im Fall einer ebenen Wand gibt er den Wärmestrom (Wärmeenergie pro Zeit) je Fläche der Wand und je Kelvin Temperaturunterschied der beiden Fluide an (5 $W/(m^2 \cdot K)$). Der Wärmedurchgangswert ist abhängig von den Wärmeübergangswerten zwischen dem festen Körper und den Fluiden sowie der Wärmeleitfähigkeit und Geometrie des festen Körpers. Der Wärmedurchgangswert ist ein spezifischer Wert eines Bauteils und wird im Wesentlichen durch 10 die Wärmeleitfähigkeit und Dicke der verwendeten Materialien bestimmt, aber auch durch die Wärmestrahlung und Konvektion an den Oberflächen. Je höher der Wärmedurchgangswert, desto schlechter ist die Wärmedämmung des Körpers und demnach ist die Wärmedämmeigenschaft umso besser, je niedriger der Wärmedurchgangswert ist.

15 Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Schichten aus Material bestehen, welches einen niedrigen Wärmedurchgangswert aufweist. Lediglich die druckstabile Schicht, welche zwischen der inneren Schicht und dem Mittelvolumen angeordnet ist, weist erfindungsgemäß einen hohen Wärmedurchgangswert auf. Vorteilhaft bei einem solchen 20 zwiebelartigen Aufbau ist, dass dadurch weniger Wärme an die Umgebung abgegeben wird und zusätzlich durch die Teilrückführung der Wärme auf Grund der gezielten Führung von Fluiden in den Innenraum, der Wärmeverlust reduziert wird. Weiterhin vorteilhaft ist, dass Leckages zulässig sind, weil 25 der Massenstrom, auf Grund des Aufbaus des erfindungsgemäßen Behältnisses, immer nach Innen erfolgt.

Weiterhin ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 bevorzugt, wobei Fluide Betriebsmedien, Kühlmedien, Wärmemedien, Wärmespeichermedien, oder 30 Brennstoffe sind.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Kühlmedien oder Wärmemedien Medien, welche zum Abtransport von Wärme eingesetzt werden. Hierbei können Kühlmedien oder Wärmemedien in einem Kühlzyklus bzw. Heizzyklus 35 die Enthalpie entlang des Temperaturgradienten zu einer Stelle niedrigerer bzw. höherer Temperatur transportieren. Insbesondere Wasser, Luft,

Thermalöle, Luft-Wasser-Mischungen oder Brennstoff können als Kühlmedien bzw. Wärmemedien verwendet werden. Im Sinne der vorliegenden Erfindung können Kühlmedien bzw. Wärmemedien auch als Wärmeübertragungsmedien bezeichnet werden. Kühlmedien und Wärmemedien unterscheiden sich anhand des Temperaturbereichs in dem sie verwendet werden. Wärmespeichermedien sind Medien zur Speicherung von thermischer Energie. Als Wärmespeichermedien dienen insbesondere Wasser, Wasserdampf, Salze oder Metalle. Ein Brennstoff ist ein chemischer Stoff, dessen gespeicherte Energie sich durch chemische Reaktion in nutzbare Energie umwandeln lässt. Brennstoffe werden nach verschiedenen Kriterien unterteilt, etwa nach ihrem Aggregatzustand in feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe. Je nach Herkunft wird differenziert zwischen natürlichen, verdelten oder synthetischen Brennstoffen.

Ferner ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 bevorzugt, welches einen ersten Zwischenraum 4a zwischen der inneren Schicht 3b und der dritten Schicht 3c, einen zweiten Zwischenraum 4b zwischen der dritten Schicht 3c und vierten Schicht 3d und einen dritten Zwischenraum 4c zwischen der vierten Schicht 3d und äußeren Schicht 3a aufweist.

Bevorzugt ist dabei insbesondere, dass die jeweiligen Zwischenräume 4 von unterschiedlichen Fluiden durchdringbar sind.

Weiterhin ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 bevorzugt, wobei Abgas vom Mittelvolumen 5 kommend im Wärmetausch-Rekuperator Wärme abgibt.

Bevorzugt ist außerdem ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, wobei das Mittelvolumen 5 mit einem Ausgang einer Turbine 7 gekoppelt ist.

Ferner ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 bevorzugt, wobei zumindest ein Zwischenraum 4 mit einem Verdichter 8 gekoppelt ist. Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere der zweite Zwischenraum mit einem Verdichter gekoppelt.

Insbesondere bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, wobei der erste Zwischenraum 4a und der zweite Zwischenraum 4b über einen Wärmetausch-Rekuperator 6 miteinander gekoppelt sind.

5 Bevorzugt ist weiterhin ein erfindungsgemäßes Behältnis 1, wobei zumindest ein Zwischenraum 4 und der Raum, in dem sich die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 befinden, über einen zweiten Wärmetauscher 9 miteinander gekoppelt sind.

10 Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere der erste Zwischenraum mit einem zweiten Wärmetauscher gekoppelt.

Weiterhin ist ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 bevorzugt, wobei zumindest ein Zwischenraum 4 mit einem Dampfgenerator 10 gekoppelt ist.

15 Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere der dritte Zwischenraum mit einem Dampfgenerator gekoppelt.

Die vorliegende Erfindung wird mit den beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

20

Fig. 1 eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Behältnisses;

25

Fig. 2 eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Behältnisses;

30

Fig. 3 eine Schnittansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Behältnisses in Form einer hybriden Mikrogasturbinen(MGT)-Brennstoffzellen-(FC)-Anlage;

35

Fig. 4 die Ausführungsform der Fig. 3 mit Fluidströmen innerhalb des erfindungsgemäßen Behältnisses;

Fig. 5 eine Schnittansicht der Ausführungsform der Fig.3 mit vergrößerten Ansichten, welche die Fluidströme im Behältnis zeigen;

Fig. 6 eine Schnittansicht der Ausführungsform der Fig. 3 mit vergrößerten Ansichten, welche die Wärmeflüsse im Behältnis zeigen;

5 Fig. 7a einen vergrößerten Ausschnitt des oberen Bereichs eines erfindungsgemäßen Behältnisses;

Fig. 7b einen vergrößerten Ausschnitt des unteren Bereichs eines erfindungsgemäßen Behältnisses;

10 Fig. 8 eine Prinzipskizze eines Wärmeschaltbildes eines erfindungsgemäßen Behältnisses in Form einer hybriden Mikrogasturbinen-Brennstoffzellen-Anlage.

15 In Figur 1 wird eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Behältnisses 1 gezeigt. Das erfindungsgemäße Behältnis 1 ist zwiebelartig aufgebaut und wird durch eine äußere Schicht 3a gebildet. Insbesondere bevorzugt ist eine äußere Schicht 3a, die eine Isolierschicht ist. Im Innenraum des Behältnisses 1 sind Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 angeordnet, die entweder planar, tubulär, monolithisch oder eine Kombination der planaren und tubulären Bauweise sind. In der vorliegenden Ausführungsform ist beispielhaft nur eine Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 gezeigt, es ist jedoch im Sinne der vor-
20 liegenden Erfindung bevorzugt, dass mehrere Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 im Innenraum des Behältnisses 1 angeordnet sind. Weiterhin ist bevorzugt, dass die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 in Stapeln angeordnet sind, insbesondere wenn die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 planar sind. Die Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 wird durch eine innere Schicht 3b vollständig umhüllt. Über der inneren Schicht 3b ist in dieser Ausführungsform eine dritte Schicht 3c angeordnet, welche die innere Schicht 3b vollständig umhüllt. Zwischen der inneren Schicht 3b und der dritten Schicht 3c ist ein erster
25 Zwischenraum 4a ausgebildet. Über der dritten Schicht 3c ist eine vierte Schicht 3d angeordnet, welche die dritte Schicht 3c vollständig umhüllt, wobei zwischen der dritten Schicht 3c und der vierten Schicht 3d ein zweiter Zwischenraum 4b ausgebildet ist. Die vierte Schicht 3d ist außerdem von der äußeren Schicht 3a, welche über der vierten Schicht 3d angeordnet ist, vollständig umhüllt. Zwischen der vierten Schicht 3d und der äußeren Schicht 3a ist ein dritter Zwischenraum 4c ausgebildet. Im Sinne der vorliegenden Erfin-
30
35

5 dung ist es besonders bevorzugt, dass die Schichten 3 aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Insbesondere bevorzugt ist, dass die innere Schicht 3b, die dritte Schicht 3c und die vierte Schicht 3d aus einem anderen Material bestehen als die äußere Schicht 3a. Außerdem ist erfindungsgemäß zu-
mindest ein Zwischenraum 4 mit Fluiden durchdringbar, wobei auch Kabel in
10 zumindest einem der Zwischenräume 4 aufgenommen werden können oder durch die Schichten 3 geführt werden können. In der Figur 1 ist weiterhin gezeigt, dass das erfindungsgemäße Behältnis 1 im oberen Bereich mit einem Wärmetausch-Rekuperator 6 und im unteren Bereich mit einem Turbosatz 12 (Turbine 7, Verdichter 8, Generator 11) in Kontakt steht.

15 In der Figur 2 ist eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Behältnisses 1 gezeigt. Auch diese Ausführungsform weist einen zwiebelartigen Aufbau auf, wie er in der Figur 1 gezeigt ist. Im Unterschied zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform, weist die innere Schicht 3b eine torusartige Form auf, wodurch in dem Behältnis 1 ein Mittelvolumen 5 ausgebildet ist.
Durch die torusartige Form der inneren Schicht 3b entsteht ein ringförmiger Raum, in dem Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 aufgenommen sind. Vorliegend ist beispielhaft eine Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 gezeigt, jedoch
20 sind die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2, welche planar sind, vorzugsweise in Stapeln angeordnet. Für hybride Mikrogasturbinen-Brennstoffzellen-Systeme bietet sich insbesondere bei kleineren Anlagen diese torusartige Bauform an, da in diesem Fall die Abgasführung sinnvollerweise zentral erfolgt. Dies hat den Vorteil, dass das Behältnis 1 im Zentralbereich dann auch
25 noch die Funktion einer Teilwärmerekuperation übernimmt. Somit wird ein Wärme- flux vom Abgas in die komprimierte Luft geleitet, wodurch der Wärmetausch-Rekuperator 6 kleiner gebaut werden kann und/oder effektiver ist.

30 Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Behältnis 1 in einer torusartigen Bauform, wie es auch in Figur 2 gezeigt ist, in Form einer Mikrogasturbinen(MGT)-Brennstoffzellen-(FC)-Anlage. Das Behältnis 1 wird durch eine äußere Schicht 3a gebildet, welche die Funktion eines „Containments“ übernimmt und somit das Behältnis 1 von der Umgebung abgrenzt. Im Inneren des Behältnisses 1 sind weitere Schichten 3 angeordnet. Durch die torusartige Form der inneren Schicht 3b ist im Inneren des Behältnisses 1 ein Mittel-
35 volumen 5 ausgebildet und es ist eine rotationsförmige Kammer für die Auf-

nahme von Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 ausgebildet. Durch das Mittelvolumen 5 kann Abgas zentral geleitet werden. In dieser Ausführungsform sind die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 planar und in Stapeln angeordnet. Des Weiteren ist über der inneren Schicht 3b eine dritte Schicht 3c angeordnet, welche die innere Schicht 3b vollständig umhüllt. Zwischen der inneren Schicht 3b und der dritten Schicht 3c ist ein erster Zwischenraum 4a ausgebildet. Weiterhin ist über der dritten Schicht 3c eine vierte Schicht 3d angeordnet, welche die dritte Schicht 3c vollständig umhüllt und zwischen diesen Schichten 3c, 3d ist ein zweiter Zwischenraum 4b ausgebildet. Die vierte Schicht 3d wird von der äußeren Schicht 3a vollständig umhüllt und zwischen den Schichten 3d, 3a ist ein dritter Zwischenraum 4c ausgebildet. In der Ausführungsform ist außerdem gezeigt, dass oberhalb des Behältnisses 1 ein Wärmetausch-Rekuperator 6 angeordnet ist. Das über das Mittelvolumen 5 kommende Abgas gibt Wärme an die vom Verdichter 8 kommende komprimierte Luft im Wärmetausch-Rekuperator 6 ab. Außerdem ist in Figur 3 gezeigt, dass das Mittelvolumen 5 mit einem Ausgang einer Turbine 7 gekoppelt ist sowie zumindest der zweite Zwischenraum 4b mit einem Verdichter 8 gekoppelt ist. Weiterhin ist in dieser Ausführungsform gezeigt, dass der erste Zwischenraum 4a und der zweite Zwischenraum 4b über einen Wärmetausch-Rekuperator 6 miteinander gekoppelt sind. Außerdem sind über einen zweiten Wärmetauscher 9 zumindest der erste Zwischenraum 4a und die Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 miteinander gekoppelt. In der Figur 3 ist weiterhin gezeigt, dass zumindest der dritte Zwischenraum 4c mit einem Dampfgenerator 10 gekoppelt ist.

Auf Grund des Aufbaus des erfindungsgemäßen Behältnisses kann das Behältnis dünnwandiger sein und aus einem kostengünstigeren Material gefertigt werden. Hierdurch wird auch die Wärmekapazität günstig beeinflusst. Durch die radiale Integration der prozessbedingten Schichten können diese sehr dünnwandig ausgeführt werden (teilweise nur mit hochtemperaturbeständigen metallischen Materialien wie z. Bsp. Blechfolie, Keramik oder ähnlich überzogener Isolierung), da keine großen Druckdifferenzen wirken. Weiterhin dürfen diese im Fall der Prozessluftführung auch kleinere Leckagen besitzen, da durch die geringe Druckdifferenz nur verhältnismäßig geringe Massenstromanteile, vorteilhafterweise in Richtung der Hochtemperaturbrennstoffzellen fließen. Durch die drastische Reduktion der Wärmekapazität

des Systems (im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen, bei denen alle Komponenten über Rohre miteinander verbunden sind) wird das Zeitverhalten (Aufheizvorgang, Laständerung etc.) günstig beeinflusst.

5 In Figur 4 wird die Ausführungsform der Figur 3 gezeigt, wobei in der Figur 4 die Fluidströme innerhalb des erfindungsgemäßen Behältnisses 1 sowie im Zusammenspiel mit einzelnen Komponenten innerhalb einer Mikrogasturbinen-Brennstoffzellen-Anlage dargestellt sind. Die Luft wird von einem Ver-
10 dichter 8 angesaugt und komprimiert (durch die Komponentendruckverluste etwas höher als der Betriebsdruck der Hochtemperaturbrennstoffzelle 2). Die komprimierte Luft fließt über den zweiten Zwischenraum 4b des mehrschichtigen Behältnisses 1 zum Wärmetausch-Rekuperator 6 und vom Wärme-
15 tausch-Rekuperator 6 zurück durch den ersten Zwischenraum 4a des mehrschichtigen Behältnisses 1 in einen zweiten Wärmetauscher 9, welcher teilweise Wärme aus der Nachverbrennung und dem Rückfluss der Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 (hier nicht dargestellt) bezieht. Die Wärme aus der Nachverbrennung ist erforderlich, da in den meisten Betriebspunkten die Abgaswärme hinter der Turbine 7 zur Vorwärmung der Luft im Wärmetausch-Rekuperator 6, auf die Betriebstemperatur der Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 und die Turbineneintrittstemperatur, nicht ausreicht.
20 Es sei aber angemerkt, dass das Prozesswasser im Fallbeispiel des Steam-Reformingprozesses (bei dem Konzept eines überlagerten Wasser-Dampf-Kreislaufes) über den dritten Zwischenraum 4c des Behältnisses 1 geführt wird, um "Restverlustwärme einzufangen" und um die Temperatur sehr ge-
25 ring zu halten, wodurch die Verwendung von Kunststoff als Material für die äußere Schicht 3a möglich ist. Das Wasser wird mit einer Pumpe (nicht gezeigt) auf einen Druck über den Betriebsdruck gebracht, über den dritten Zwischenraum 4c vorgewärmt und in einem Dampfgenerator 10 mit Hilfe der Abgaswärme verdampft, anschließend überhitzt und dem Brenngasstrom für
30 den Dampfreformierungsprozess zugeführt. Hierbei wird durch die endotherme Reaktion Wärme entzogen (Reformer nicht dargestellt).

Nach der Reaktion in den Hochtemperaturbrennstoffzellen 2, die als Stapel angeordnet sind, fließen die Abgase der Hochtemperaturbrennstoffzellen 2
35 über den zweiten Wärmetauscher 9 und über die Nachverbrennung zur Turbine 7, wo die Expansion erfolgt. Die Turbine 7, treibt über eine gemeinsame

Welle den Generator 11 und den Verdichter 8 an. Das Turbinenabgas gibt Wärmeenergie an die druckstabile Schicht 3e und im Wärmetausch-Rekuperator 6 an die vom Verdichter 8 kommende komprimierte Luft ab.

5 Das erfindungsgemäße Behältnis 1 bildet durch seine konzentrischen Schichten 3 und Zwischenräume 4 die Hauptversorgungsleitungen des Kreisprozesses. Weiterhin liefert es auch ein kompaktes Containment. Im Falle der Dampfreformierung mit überlagertem Wasser-Dampf-Kreislauf dient der dritte Zwischenraum 4c zur Wasservorwärmung und zur Verminderung von
10 Restwärmeverlusten.

Figur 5 zeigt die Fluidstromrichtungen bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Behältnisses 1 wie in Figur 3 bzw. Figur 4 dargestellt.

Der Ausschnitt A zeigt eine vergrößerte Ansicht der Fluidstromrichtungen
15 zwischen der inneren Schicht 3b, über eine dritte Schicht 3c, eine vierte Schicht 3d und eine äußere Schicht 3a. Weiterhin wird deutlich, dass die vierte Schicht 3d in dieser Ausführungsform mehrschichtig aus zwei Schichten aufgebaut ist, wobei eine Schicht eine Isolierschicht darstellt und die
20 zweite Schicht (dünner schwarzer Balken), eine Schicht, welche für Massenströme völlig undurchlässig ist. Diese zweite Schicht bildet die Abgrenzung des dritten Zwischenraumes 3c. In dieser Ausführungsform wird durch den ersten Zwischenraum 4a die Luft, die vom Wärmetausch-Rekuperator 6 in das Behältnis 1 wieder eintritt, geleitet. Im zweiten Zwischenraum 4b wird die
25 komprimierte Luft vom Verdichter 8 zum Wärmetausch-Rekuperator 6 geführt. Im dritten Zwischenraum 4c wird beispielsweise Wasser geführt. In dieser Ausführungsform ist der dritte Zwischenraum 4c hin zur äußeren Schicht 3a von einer druckstabilen Schicht 3e begrenzt, welche direkt an der äußeren Schicht 3a angrenzt.

Der Ausschnitt B zeigt eine vergrößerte Ansicht der Fluidstromrichtungen
30 zwischen der inneren Schicht 3b und dem Mittelvolumen 5 des erfindungsgemäßen Behältnisses, wobei zwischen der inneren Schicht 3b und dem Mittelvolumen 5 eine druckstabile Schicht 3e angeordnet ist. Dadurch ist zwischen der inneren Schicht 3b und der druckstabilen Schicht 3e auch ein erster Zwischenraum 4a ausgebildet, durch den die Luft, welche nach dem
35 Wärmetausch-Rekuperator zurück in das erfindungsgemäße Behältnis 1 eingeleitet wurde, geführt wird. Im Mittelvolumen 5 wird das Abgas von der Tur-

bine 7 geführt. Das Abgas und die Luft verlaufen im Gegenstrom zueinander, wobei das Abgas Wärmeenergie an die Luft, welche vom Wärmetausch-Rekuperator kommt, abgibt.

- 5 Die Verlustwärmeflüsse werden durch die dargestellten Fluidstromrichtungen wieder zum jeweils „richtigen Kreisprozesszustandspunkt“ zurückgespielt.

10 In Figur 6 wird eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Behältnisses 1 wie in Figur 3 bzw. Figur 4 dargestellt, wobei in dieser Ausführungsform die Wärmeflüsse detailliert gezeigt sind.

15 In Ausschnitt A werden die Wärmeflüsse von den Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 über die innere Schicht 3b zum ersten Zwischenraum 4a, über die dritte Schicht 3c zum zweiten Zwischenraum 4b, über die vierte Schicht 3d in den dritten Zwischenraum 4c zur äußeren Schicht gezeigt. In dieser Ausführungsform ist der dritte Zwischenraum 4c hin zur äußeren Schicht 3a durch eine druckstabile Schicht 3e begrenzt, welche direkt an der äußeren Schicht 3a anliegt. Weiterhin wird auch in dieser Ausführungsform gezeigt, dass die vierte Schicht 3d mehrschichtig aufgebaut ist und aus einer Isolierschicht und einer Schicht (dünner schwarzer Balken) besteht, welche keine Masseströme durchtreten lässt. Die Pfeile stellen die Abgabe der Wärme dar. Aus dieser Ausführungsform wird deutlich, dass die Wärmeflüsse von innen nach außen erfolgen, nämlich von den Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 zu der äußeren Schicht 3a hin, wobei die äußere Schicht 3a nach außen hin sehr wenig Wärme abgibt.

25 In Ausschnitt B werden die Wärmeflüsse zwischen den Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 und dem Mittelvolumen 5 dargestellt. Das Mittelvolumen ist durch eine druckstabile Schicht 3e begrenzt, welche eine dichte Schicht darstellt und somit völlig undurchlässig für Masseströme ist. Zwischen dieser druckstabilen Schicht 3e und der inneren Schicht 3b ist ein erster Zwischenraum 4a ausgebildet. In diesem Zwischenraum 4a wird die Luft, welche vom Wärmetausch-Rekuperator 6 kommt, geführt. In dieser Ausführungsform wird deutlich dargestellt, dass die Wärme (Pfeil), die von den Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 abgegeben wird, lediglich an die innere Schicht 3b abgegeben wird und somit nur geringe Wärmeenergie an den ersten Zwischenraum 4a abgegeben wird, wohingegen die Wärmeenergie des Abgases im

Mittelvolumen 5 durch die druckstabile Schicht 3e in den ersten Zwischenraum 4a durchtritt und dort die Luft erwärmt.

5 Die innere Schicht 3b kann somit auch die Funktion einer Speicherschicht (bestehend aus flüssigen Salzen, flüssigen Metallen) als latenter Wärmespeicher übernehmen. Die innere Schicht 3b kann sandwichartig aufgebaut sein.

10 Figuren 7a und 7b zeigen Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Behältnisses 1 wie in Figur 3, wobei jeweils nur Teilbereiche dargestellt sind. In Figur 7a ist nur der Teilbereich dargestellt, der den oberen Teil des Behältnisses 1 zeigt und in Figur 7b ist nur der Teilbereich dargestellt, der den unteren Teil des Behältnisses 1 zeigt. In beiden Figuren wird insbesondere der Außenbereich des Behältnisses 1 gezeigt, an dem vorzugsweise an zwei
15 Stellen Fluidströme ein- und ausgeleitet werden. In Figur 7a werden die Stellen des Behältnisses 1 gezeigt, an denen die Fluidströme aus dem Behältnis 1 in einen Wärmetausch-Rekuperator 6 eintreten und die Stellen, an denen die Fluidströme aus dem Wärmetausch-Rekuperator 6 in das Behältnis 1 eintreten. Figur 7b zeigt die Stellen im unteren Bereich des Behältnisses 1,
20 an denen die Fluidströme in das Behältnis 1 eintreten und aus dem Behältnis 1 austreten. Diese Ein- und Austritte der Fluidströme sind insbesondere daher erforderlich, da über diese Stellen die Anbindung an wichtige Kreisprozesskomponenten, wie den Verdichteraustritt, Turbineneintritt, Reformereintritt, Rekuperatoreintritt, Rekuperatoraustritt, Wassereintritt und Wasseraustritt beim Steam-Reforming erfolgen (teilweise nicht dargestellt). Des Weiteren sind auch die Wasseraustritts, Fluidströme und Wasserdampf(Gas)eintrittsfluidströme sowie Brenngaseintrittsströme nicht dargestellt.

30 In Figur 8 ist eine Prinzipskizze für eine Ausführungsform und das dazugehörige Wärmeschaltbild eines erfindungsgemäßen Behältnisses 1 wie in Figur 4 gezeigt, in Form einer Mikrogasturbinenanlage dargestellt. Solche kleinen Anlagen werden zukünftig eine große Rolle für das Energiemanagement spielen, da mit ihnen eine hocheffektive Rückverstromung von chemisch gebundener Energie (z.B. als Methan aus einem Power-to-Gas Prozess) in
35 Strom möglich sein wird.

Das Potential des Kraftwerkkonzepts liegt in der Verschaltung der Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 mit der Turbine 7. Mittels des Verdichters 8 wird die Prozessluft für die Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 verdichtet.

5

Diese komprimierte Luft wird im Wärmetauscher-Rekuperator 6 vorgeheizt, bevor sie über einen zweiten Wärmetauscher 9, welcher seine Wärme aus der Nachverbrennung (hier nicht dargestellt) bezieht, in die Kathode 2a einer Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 geleitet wird. Die Wärme aus der Nachverbrennung ist erforderlich, da in den meisten Betriebspunkten die Abgaswärme hinter der Turbine 7 zur Vorwärmung der Luft im Wärmetauscher-Rekuperator 6, auf die Betriebstemperatur der Hochtemperaturbrennstoffzellen 2 und die Turbineneintrittstemperatur, nicht ausreicht. Die erforderliche Höhe der Temperatur, welche höher als die Betriebstemperatur der Hochtemperaturbrennstoffzellen sein muss, kann nur so erreicht werden.

10

15

In der Hochtemperaturbrennstoffzelle 2 reagiert der Sauerstoff an der Anode 2b mit dem Kohlenmonoxid und dem Wasserstoff des Brenngases (Syngas aus der Reformierung) zu Wasser und Kohlendioxid. Es wird auf der Kathodenseite 2a die erhitzte Luft dem Hochtemperaturbrennstoffzellenstapel 2 zugeführt. Dort wird jedes Sauerstoffmolekül unter Zuhilfenahme von vier Elektronen in zwei O_2 -Ionen aufgeteilt. Diese diffundieren durch den Elektrolyten zur Anode 2b, um dort mit dem Brenngasionen zu oxidieren. Zwischen Anode 2b und Kathode 2a entsteht hierdurch eine Elektronen- und Ionenpotentialdifferenz. Der entstehende Gleichstrom wird in einem Wechselrichter (hier nicht dargestellt) auf den gewünschten Bedarf gewandelt. Im Hochtemperaturbrennstoffzellenstapel 2 findet keine vollständige Umsetzung statt. Um den Restanteil der brennbaren Bestandteile im Anodenabgas energetisch zu nutzen, wird dieser einer Nachoxidation (Nachverbrennung und/oder einem Katalysator) zugeführt (hier nicht dargestellt). Der Restsauerstoff im Kathodenabgas dient dabei als Oxidationspartner. Die dabei entstehenden heißen Abgase fließen über den zweiten Wärmetauscher 9 und erhöhen die Temperatur der aus dem Wärmetausch-Rekuperator 6 kommenden Luft auf die Betriebstemperatur. Im Anschluss daran fließen die Abgase zur Turbine 7. Hier erfolgt die Expansion. Die Turbine 7, treibt über eine gemeinsame Welle den Generator 11 und den Verdichter 8 an. Das Turbinenabgas gibt

20

25

30

35

Wärmeenergie an die druckstabile Schicht 3e und im Wärmetausch-
Rekuperator 6 an die verdichtete Luft ab. Die restliche Wärmeenergie wird in
weiteren Wärmetauschern zur Vorwärmung des Dampfes (beim Steam-
Reforming-Prozess (hier nicht dargestellt), des Brenngases und für Heizzwe-
cke verwendet.

Vorteilhaft an der vorliegenden Erfindung ist, dass der Wirkungsgrad des
Gesamtprozesses durch die Integration der Hochtemperaturbrennstoffzelle in
ein Mikrogasturbinensystem auf einen Wert deutlich über dem Wirkungs-
gradwert der „reinen Hochtemperaturbrennstoffzelle (z.B. SOFC)“ gesteigert
wird. Diese Bauart liefert Wirkungsgrade welche sich im Maximalbereich des
physikalisch Möglichen bewegen. Hierbei erfolgt eine exergetisch sinnvolle
Wandlung der chemischen Energie des Brennstoffes in elektrische Energie.
Zunächst erfolgt eine elektrochemische Wandlung in elektrische Energie im
Rahmen des maximal exergetisch Machbaren über die Hochtemperatur-
brennstoffzellen. Das über die Hochtemperaturbrennstoffzelle nicht wandel-
bare Exergiepotential (resultierend aus der Wärmeerscheinung bei hoher
Temperatur und des nicht konvertierten Brennstoffes) wird durch die Einbet-
tung der Hochtemperaturzelle mit einer anschließenden Nachoxidation des
nicht konvertierten Brennstoffes in dem MGT-Prozess zur Arbeitserzeugung
weiter genutzt.

Des Weiteren vorteilhaft an dem erfindungsgemäßen Behältnis ist, dass

- a) ...die Materialwahl der äußeren Schicht, sich nach einer deutlich ge-
ringeren Temperatur (als die der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle)
richtet.
- b) ...die kreisprozessbedingten Wärmeverluste (Exergieverluste) deutlich
minimiert werden. Diese Wärme wird durch die gewählte Flussrichtung des
Arbeitsfluides immer wieder in „Richtung des Prozesszustandes mit höherer
Temperatur“ zurückgespielt.
- c) ...eine kompakte Bauweise des erfindungsgemäßen Behältnisses er-
laubt.
- d) ...sicherheitsrelevante Aspekte verbessert werden (kühlere Hülle =
geringere Verbrennungsgefahr, Reduktion der Explosionsgefahr / die

Schwachstelle wird im Falle der torusartigen Ausführung in das Zentrum gelegt).

- 5 e) ...die Kosten durch weniger und kostengünstigeres Material deutlich gesenkt werden. Im Fall eines äußeren Wassermantels kann sogar Kunststoff als äußere Schicht eingesetzt werden.
- f) ...die Wärmekapazität in der Apparatur deutlich gesenkt wird (Verbesserung des zeitlichen Ansprechverhaltens).

10 Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung noch einmal in anderen Worten zusammengefasst. Sie betrifft eine Anordnung von ringspaltförmigen um eine Zentralachse geschichtete Kanälen (incl. der dazwischenliegenden Wärmeisolierschichten), welche die Verbindungskanäle zu den einzelnen Komponenten eines Hochtemperaturbrennstoffzellensystems in hybrider Ausführung (Kombinationen mit einer Wärmekraftmaschine) oder nicht hybrider Ausführung
15 bilden. Die Kanäle sind so angeordnet, dass Verlustwärme durch die Fluidflussrichtung wieder zurücktransportiert wird. Der Haupteinsatzbereich ergibt sich bei druckaufgeladenen Hochtemperaturbrennstoffzellen, wie man sie bei der Kombination einer Mikrogasturbine mit eingebetteten Hochtemperaturbrennstoffzellen vorfindet. Hierbei bildet die äußerste Schale (bei der
20 zentralen Abgasführung zuzüglich der inneren der Achse zugewandten ringspaltförmigen Kanalwand) den Druckbehälter, welcher sich auf einem niedrigeren vorteilhaften Temperaturniveau (im Bereich der Umgebungsbedingung oder Abgastemperaturniveau) befindet.

25

Bezugszeichenliste

	1	Behälter
	2	Hochtemperaturbrennstoffzellen
5	2a	Kathode
	2a	Anode
	3	Schichten
	3a	äußere Schicht
10	3b	innere Schicht
	3c	dritte Schicht
	3d	vierte Schicht
	3e	druckstabile Schicht
15	4	Zwischenraum
	4a	erster Zwischenraum
	4b	zweiter Zwischenraum
	4c	dritter Zwischenraum
20	5	Mittelvolumen
	6	Wärmetausch-Rekuperator
	7	Turbine
	8	Verdichter
	9	zweite Wärmetauscher
25	10	Dampfgenerator
	11	Generator
	12	Turbosatz

Patentansprüche

1. Behältnis (1) zur Aufnahme und zum Betrieb von Hochtemperatur-
5 brennstoffzellen (2), umfassend mehrere übereinander angeordnete
Schichten (3),
wobei eine äußere Schicht (3a) das Behältnis (1) nach außen hin be-
grenzt und im so ausgebildeten Innenraum des Behältnisses (1) weitere
10 Schichten (3) angeordnet sind,
wobei eine innere Schicht (3b), zur Aufnahme von Hochtemperatur-
brennstoffzellen (2), zentral im Innenraum des Behältnisses (1) ange-
ordnet ist und die Hochtemperaturbrennstoffzellen (2) vollständig um-
hüllt,
15 eine dritte Schicht (3c), welche über der inneren Schicht (3b) angeord-
net ist und diese vollständig umhüllt,
mindestens eine vierte Schicht (3d), welche über der dritten Schicht
(3c) angeordnet ist und diese vollständig umhüllt, und
die äußere Schicht (3a), welche über der mindestens vierten Schicht
(3d) angeordnet ist und diese vollständig umhüllt,
20 wobei zwischen mindestens zwei übereinander angeordneten Schich-
ten (3) ein durch Fluide durchdringbarer Zwischenraum (4) ausgebildet
ist.
2. Behältnis (1), gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im
25 Innenraum des Behältnisses (1) eine zusätzliche Schicht angeordnet
ist, wobei diese Schicht eine druckstabile Schicht (3e) ist.
3. Behältnis (1), gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
30 die innere Schicht (3b) zumindest zweiteilig aufgebaut ist, wobei der
Teil der Schicht, welcher den Hochtemperaturbrennstoffzellen (2) zu-
gewandt ist, eine Speicherschicht ist.
4. Behältnis (1), gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekenn-
35 zeichnet, dass das Behältnis (1) im Wesentlichen eine kugelartige, ku-
busartige oder vieleckartige Form aufweist.

5. Behältnis (1), gemäß Anspruch 4, dass die Kugel, der Kubus oder das Vieleck gegebenenfalls entlang mindestens einer seiner Rotationsachse gestreckt und/oder verzerrt ist.
- 5 6. Behältnis (1), gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Behältnis (1) rotationssymmetrisch ist.
7. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Schicht (3b) eine torusartige Form aufweist und ein Mittelvolumen (5) ausbildet, welches konisch, zylindrisch oder hyperbolisch ausgebildet ist.
- 10 8. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochtemperaturbrennstoffzellen (2) planar tubulär, monolithisch oder eine Kombination der planaren und tubulären Bauweise sind.
- 15 9. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochtemperaturbrennstoffzellen (2), welche planar sind, als Hochtemperaturbrennstoffzellenstapel ausgebildet sind.
- 20 10. Behältnis (1), gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Schichten (3) aus hochwarmfesten metallischen Materialien, Metall, Legierungen, Stahl, Kunststoff, Keramik, Schaumstoff, deren Kombinationen oder Verbundwerkstoffen bestehen.
- 25 11. Behältnis (1), gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Schichten (3) aus unterschiedlichen Materialien bestehen, welche unterschiedliche Wärmedurchgangswerte aufweisen.
- 30 12. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Fluide Betriebsmedien, Kühlmedien, Wärmedien, Wärmespeichermedien oder Brennstoffe sind.
- 35

- 5 13. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Behältnis (1) einen ersten Zwischenraum (4a) zwischen der inneren Schicht (3b) und der dritten Schicht (3c), einen zweiten Zwischenraum (4b) zwischen der dritten Schicht (3c) und vierten Schicht (3d) und einen dritten Zwischenraum (4c) zwischen der vierten Schicht (3d) und äußeren Schicht (3a) aufweist.
- 10 14. Behältnis (1), gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Zwischenräume (4) von unterschiedlichen Fluiden durchdringbar sind.
- 15 15. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgas vom Mittelvolumen (5) kommend im Wärmetausch-Rekuperator (6) Wärme abgibt.
16. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittelvolumen (5) mit einem Ausgang einer Turbine (7) gekoppelt ist.
- 20 17. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Zwischenraum (4) mit einem Verdichter (8) gekoppelt ist.
- 25 18. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zwischenraum (4a) und der zweite Zwischenraum (4b) über einen Wärmetausch-Rekuperator (6) miteinander gekoppelt sind.
- 30 19. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Zwischenraum (4) und der Raum, in dem sich die Hochtemperaturbrennstoffzellen (2) befinden, über einen zweiten Wärmetauscher (9) miteinander gekoppelt sind.
- 35 20. Behältnis (1), gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Zwischenraum (4) mit einem Dampfgenerator (10) gekoppelt sind.

Fig. 1

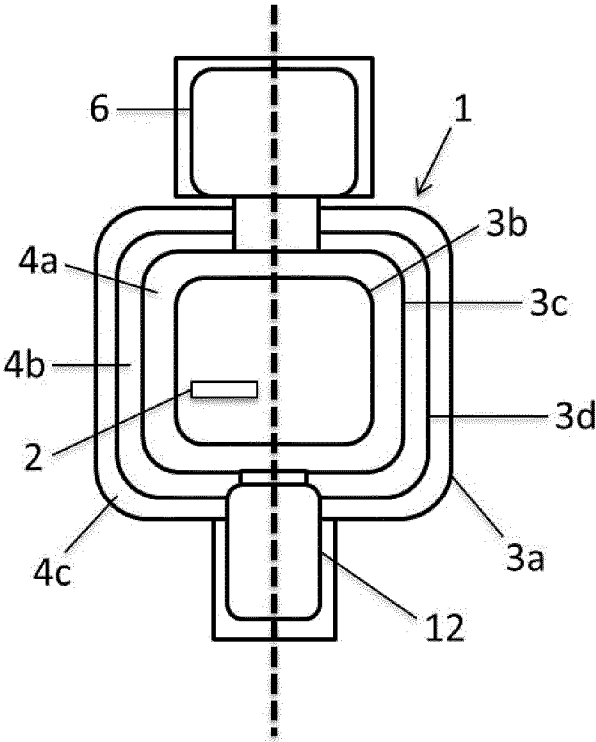


Fig. 2

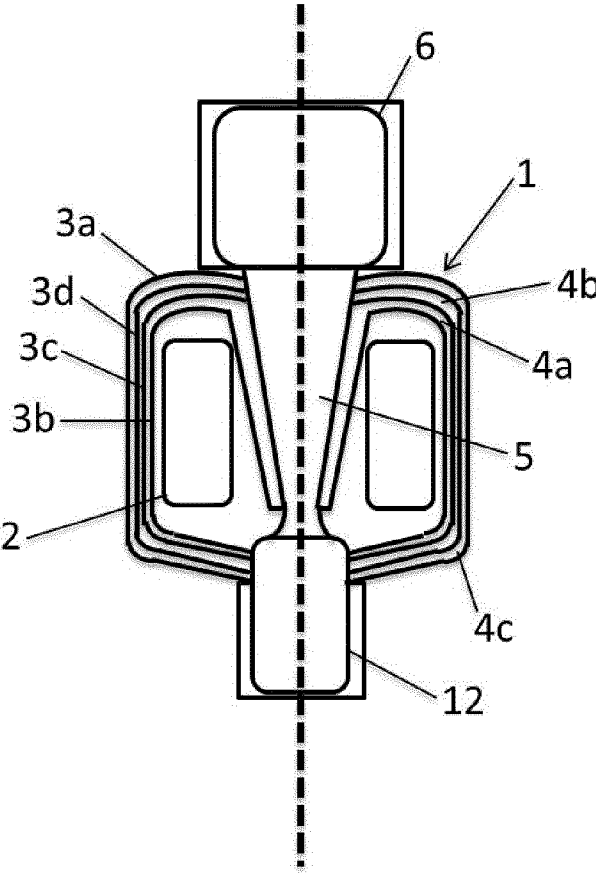


Fig. 3

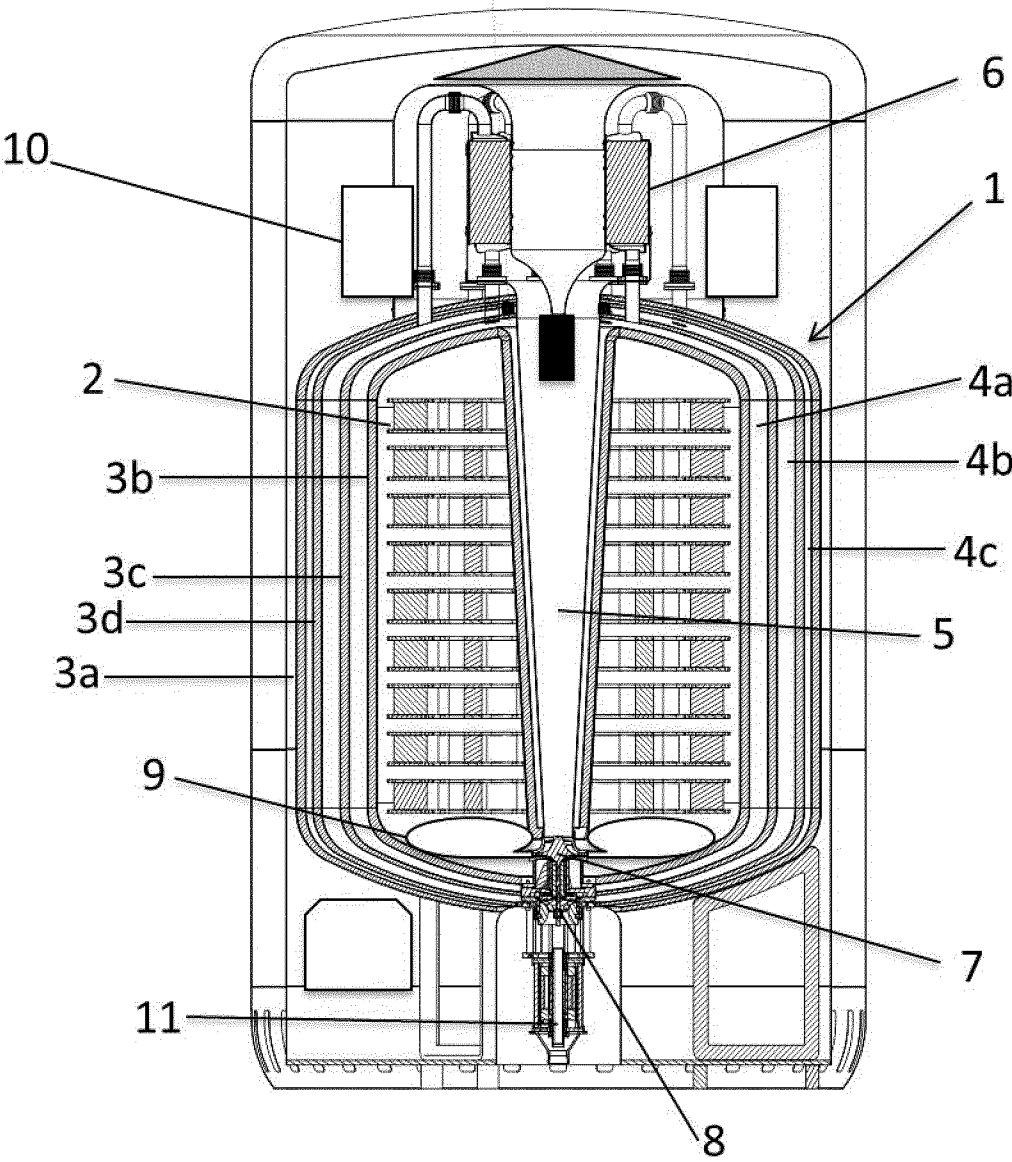


Fig. 4

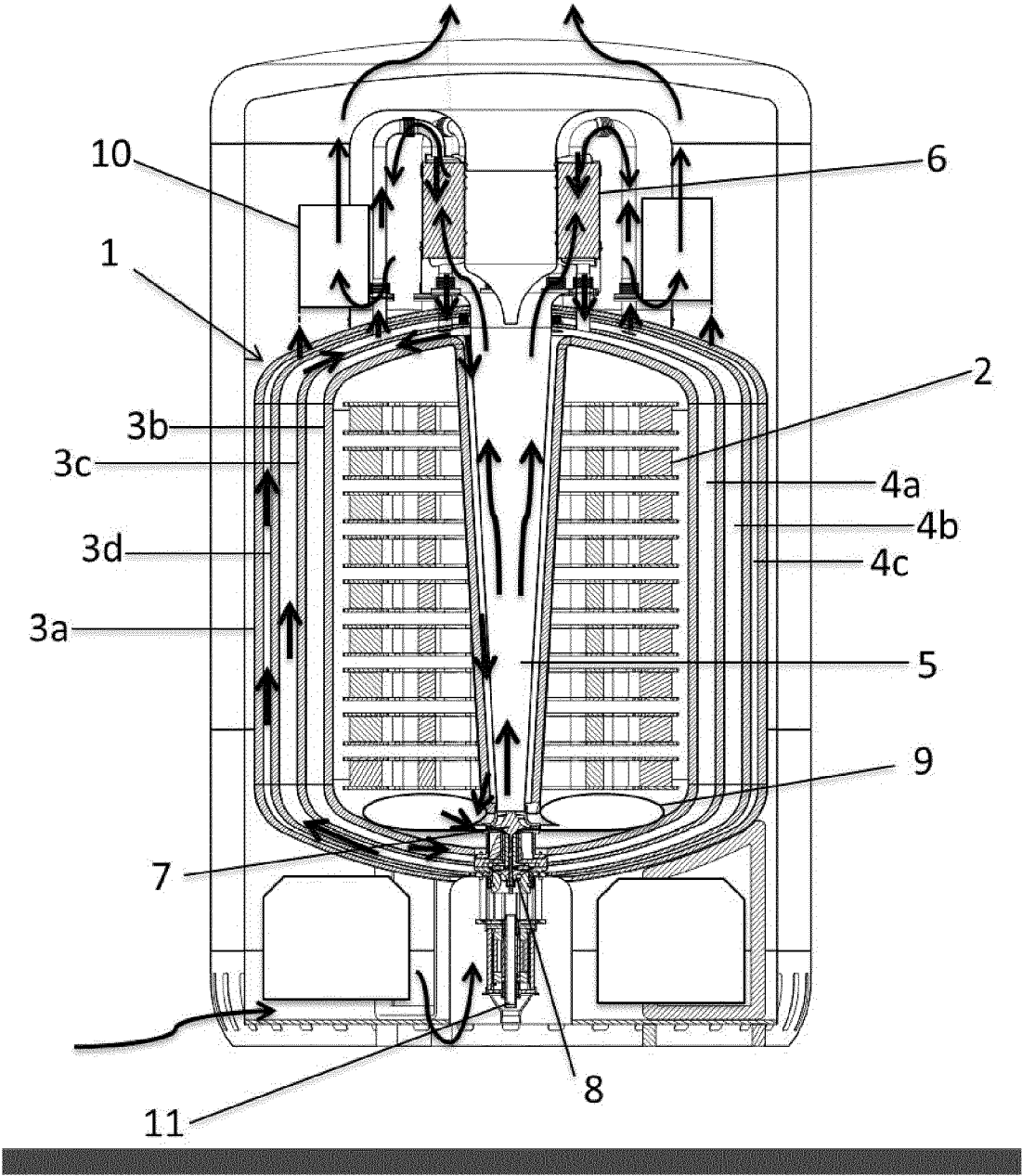
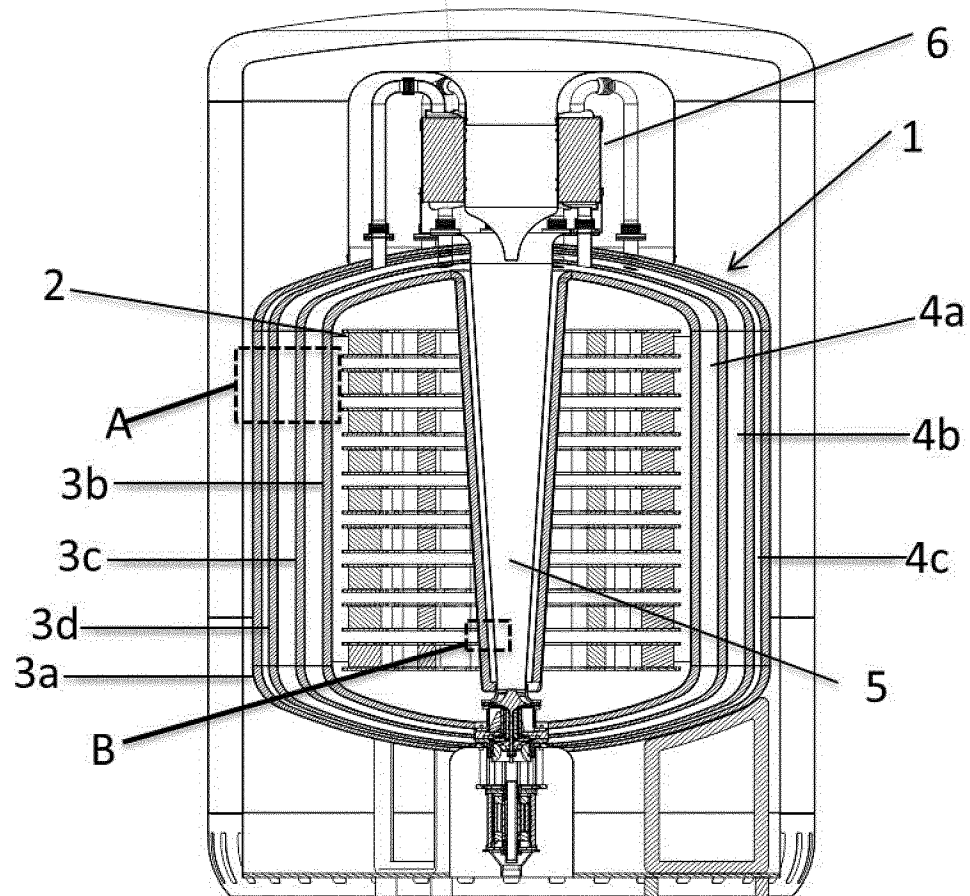
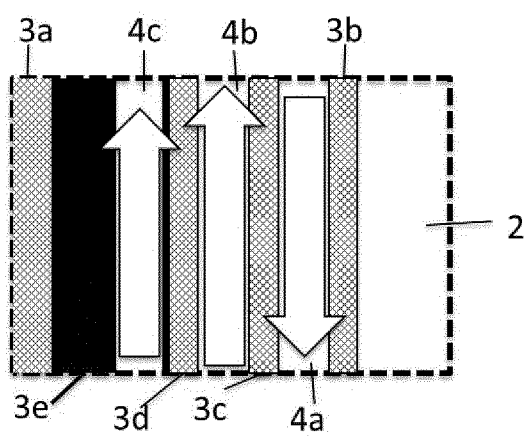


Fig. 5



A:



B:

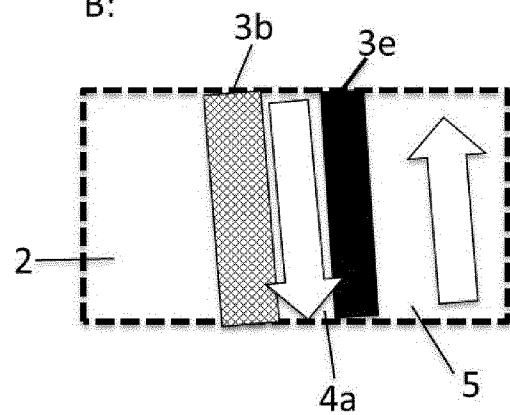
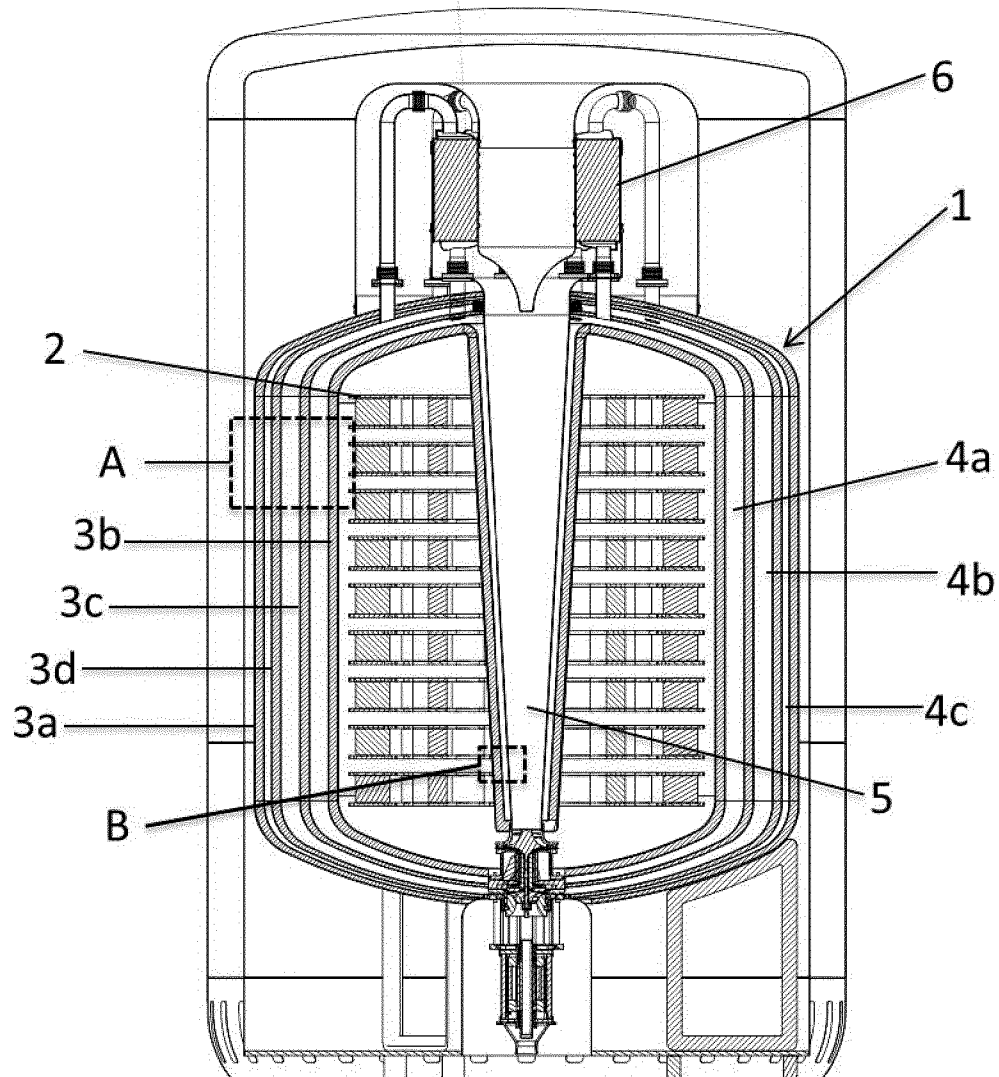
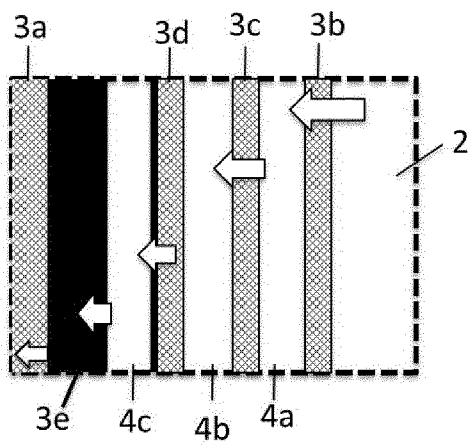


Fig. 6

A:



B:

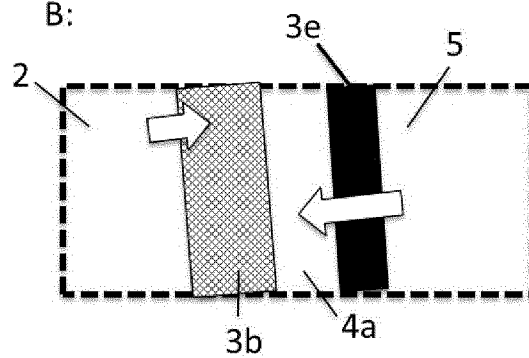


Fig. 7a

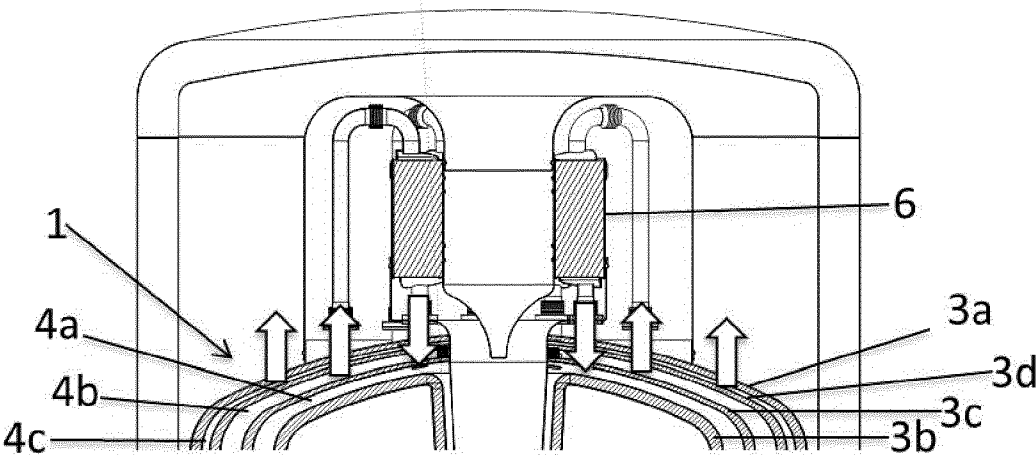


Fig. 7b

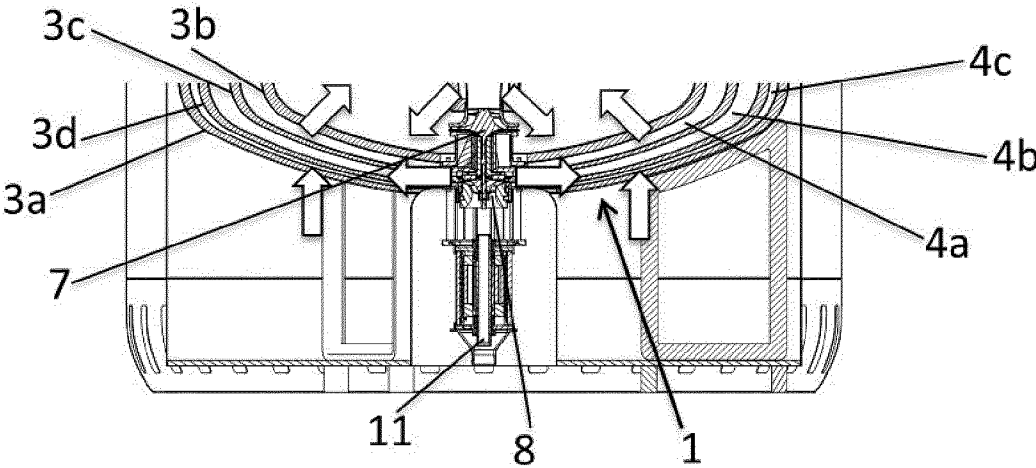
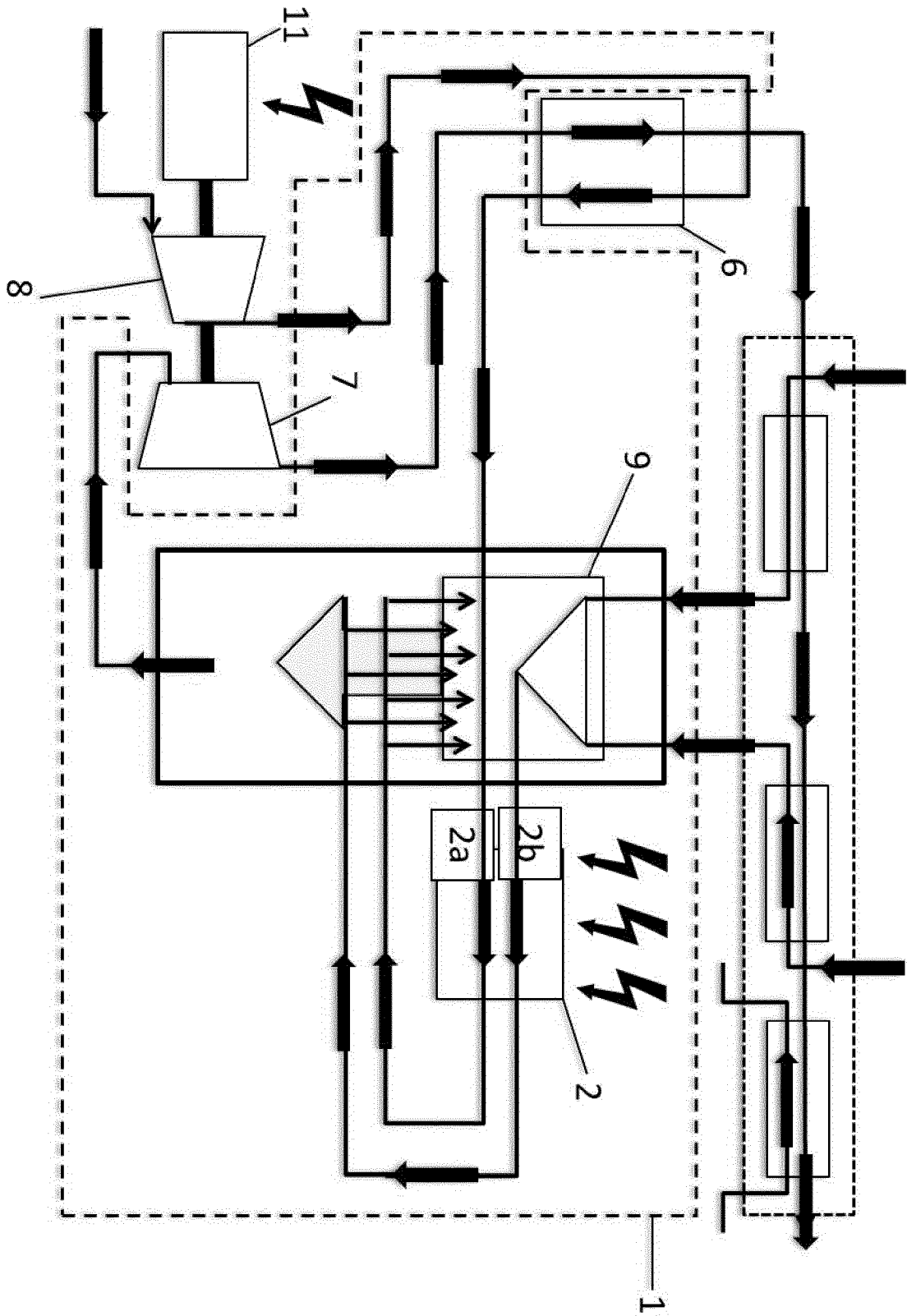


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M8/0612 H01M8/04014 H01M8/04007 H01M8/12 H01M8/124 ADD.		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 6 485 852 B1 (MILLER CARL ELMER [US] ET AL) 26 November 2002 (2002-11-26) column 3, line 22 - column 4, line 41 column 5, line 15 - column 6, line 32 column 7, line 11 - column 9, line 3 column 9, line 35 - column 10, line 36 column 11, line 1 - column 11, line 54 claims 1-40 figures 1,2 ----- -/--	1-15,18, 19 16,17,20
☒ 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	Date of mailing of the international search report	
11 June 2018	09/07/2018	
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 Kuhn, Tanja	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/058068

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Prof. Dr. Ing. H.P. Berg, Dipl.-Ing C. Krienke: "Mikrogasturbinen-SOFC-Prozesse mit hohem Wirkungsgradpotential", 1 October 2015 (2015-10-01), XP002781838, 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage 30.09. und 01.10.2015 Retrieved from the Internet: URL:https://www.researchgate.net/publication/282567437 [retrieved on 2018-06-07] the whole document	16,17,20
A	H.P. Berg, U. Malenky, O. Antoshkiv, R. Mattke: "Kompakte Hocheffektive Mikrogasturbine mit integrierter Generator (MTIG): Einen Komponente für die seriellen hybriden Antriebssysteme der Elektroflugzeuge von morgen", Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2015, 2015, pages 1-9, XP002781839, Retrieved from the Internet: URL:https://www.researchgate.net/publication/282332456 [retrieved on 2018-06-07] the whole document	1-20
A	EP 2 057 708 A2 (MODINE MFG CO [US]) 13 May 2009 (2009-05-13) paragraph [0001] paragraph [0002] paragraph [0004] paragraph [0011] paragraph [0018] - paragraph [0019] figures 29,30,33 paragraph [0024] paragraph [0035] paragraph [0037] paragraph [0049] paragraph [0051] paragraph [0055] paragraph [0056] paragraph [0059] paragraph [0068] paragraph [0069] paragraph [0070] paragraph [0071] - paragraph [0073] claims 1-12 ----- -/--	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058068

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016/133955 A1 (OZAWA HIROYUKI [JP]) 12 May 2016 (2016-05-12) paragraph [0002]; claims 1-11 paragraph [0007] paragraph [0009] paragraph [0040] - paragraph [0042] figures 1,4,5,6-10 paragraph [0057] paragraph [0118] -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/058068

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6485852	B1	26-11-2002	NONE

EP 2057708	A2	13-05-2009	EP 2057708 A2 13-05-2009
		US 2008038622	A1 14-02-2008
		US 2010124685	A1 20-05-2010
		WO 2008021719	A2 21-02-2008

US 2016133955	A1	12-05-2016	JP 2016091968 A 23-05-2016
		US 2016133955	A1 12-05-2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/0612 H01M8/04014 H01M8/04007 H01M8/12 H01M8/124 ADD.		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 485 852 B1 (MILLER CARL ELMER [US] ET AL) 26. November 2002 (2002-11-26)	1-15,18,19
Y	Spalte 3, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 41 Spalte 5, Zeile 15 - Spalte 6, Zeile 32 Spalte 7, Zeile 11 - Spalte 9, Zeile 3 Spalte 9, Zeile 35 - Spalte 10, Zeile 36 Spalte 11, Zeile 1 - Spalte 11, Zeile 54 Ansprüche 1-40 Abbildungen 1,2 ----- -/--	16,17,20
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. Juni 2018		09/07/2018
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 Kuhn, Tanja

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Prof. Dr. Ing. H.P. Berg, Dipl.-Ing C. Krienke: "Mikrogasturbinen-SOFC-Prozesse mit hohem Wirkungsgradpotential", 1. Oktober 2015 (2015-10-01), XP002781838, 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage 30.09. und 01.10.2015 Gefunden im Internet: URL:https://www.researchgate.net/publication/282567437 [gefunden am 2018-06-07] das ganze Dokument	16,17,20
A	H.P. Berg, U. Malenky, O. Antoshkiv, R. Mattke: "Kompakte Hocheffektive Mikrogasturbine mit integrierter Generator (MTIG): Einen Komponente für die seriellen hybriden Antriebssysteme der Elektroflugzeuge von morgen", Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2015 2015, Seiten 1-9, XP002781839, Gefunden im Internet: URL:https://www.researchgate.net/publication/282332456 [gefunden am 2018-06-07] das ganze Dokument	1-20
A	EP 2 057 708 A2 (MODINE MFG CO [US]) 13. Mai 2009 (2009-05-13) Absatz [0001] Absatz [0002] Absatz [0004] Absatz [0011] Absatz [0018] - Absatz [0019] Abbildungen 29,30,33 Absatz [0024] Absatz [0035] Absatz [0037] Absatz [0049] Absatz [0051] Absatz [0055] Absatz [0056] Absatz [0059] Absatz [0068] Absatz [0069] Absatz [0070] Absatz [0071] - Absatz [0073] Ansprüche 1-12 ----- -/--	1-20

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2016/133955 A1 (OZAWA HIROYUKI [JP]) 12. Mai 2016 (2016-05-12) Absatz [0002]; Ansprüche 1-11 Absatz [0007] Absatz [0009] Absatz [0040] - Absatz [0042] Abbildungen 1,4,5,6-10 Absatz [0057] Absatz [0118] -----	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/058068

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6485852	B1	26-11-2002	KEINE
EP 2057708	A2	13-05-2009	EP 2057708 A2 13-05-2009
		US 2008038622	A1 14-02-2008
		US 2010124685	A1 20-05-2010
		WO 2008021719	A2 21-02-2008
US 2016133955	A1	12-05-2016	JP 2016091968 A 23-05-2016
		US 2016133955	A1 12-05-2016