



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.01.2017 Patentblatt 2017/03

(51) Int Cl.:
F17C 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16175659.8**

(22) Anmeldetag: **22.06.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **13.07.2015 DE 102015213061**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Pohlmann, Carsten**
92130 Issy-Moulineaux (FR)
• **Röntzsch, Lars**
01309 Dresden (DE)
• **Kieback, Bernd**
01728 Possendorf (DE)
• **Dieterich, Mila**
70374 Stuttgart (DE)
• **Bürger, Inga**
70563 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB**
Patent- und Rechtsanwälte
An der Frauenkirche 20
01067 Dresden (DE)

(54) **SPEICHERELEMENT FÜR GASE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Speicherelement für Gase, bei dem in einem starren innen hohlen Gehäuse, das mindestens eine Zu-, eine Abführung oder eine Zu- und Abführung für ein Gas aufweist, ein Sorptionsmittel für die Speicherung eines jeweiligen Gases in mindestens einem Bereich aufgenommen ist. Im Gehäuse ist mindestens ein weiterer Bereich vorhanden, in dem ein

elastisch verformbarer Körper oder ein elastisch verformbares Material aufgenommen und kein Sorptionsmittel vorhanden ist. Der Körper oder das Material ist soweit elastisch verformbar und/oder sein Volumen so dimensioniert, dass eine Volumenausdehnung des Sorptionsmittels bei der Sorption des jeweiligen Gases kompensierbar ist.

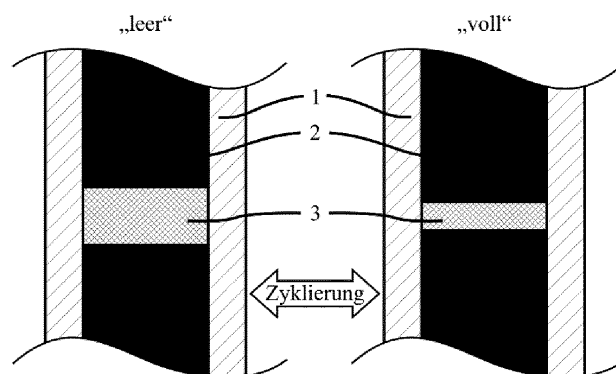


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Speicherelement für Gase. Dabei kann es insbesondere für die reversible Speicherung eingesetzt werden. Neben bevorzugt Wasserstoff können bei geeigneter Auswahl eines Sorptionsmittels auch andere Gase oder Gasgemische durch einen Sorptionsprozess gespeichert werden. Durch einen Energieeintrag, insbesondere eine Erwärmung ist auch eine Desorption möglich, mit der das jeweilige temporär gespeicherte Gas aus dem Speicherelement wieder frei gegeben und einer Nutzung zugeführt werden kann.

[0002] Bei der Ad- oder Absorption eines Gases zur temporären Speicherung an bzw. in einem Feststoff, als Sorptionsmittel, kommt es zur Volumenausdehnung des Feststoffs. Für technische Systeme, bei denen die Ad- oder Absorption genutzt werden soll, muss für diese Ausdehnung entsprechender Freiraum vorgehalten werden, da sonst enorme Kräfte an einem Gehäuse wirken, die die Systeme beschädigen und sogar bersten lassen können. Wie diese Freiräume erreicht werden, wirkt sich erheblich auf die Leistungsfähigkeit des Systems aus. So ist gezeigt, dass der Zerfall eines vorher verdichteten Reaktionsbettes eines Sorptionsmittels eine Verringerung der inneren Wärmeleitfähigkeit und/oder einen erhöhten Wärmewiderstand zu einem Wärmetauscherelement zur Folge hat, wodurch sich die pro Zeiteinheit austragbare Gasmenge bei der Desorption, d.h. die Rate der Entladung, deutlich reduziert.

[0003] So sind Möglichkeiten bekannt, bei denen ein verformbares Gehäuse eingesetzt wird. Dies hat aber zur Folge, dass unbestimmte und sich ggf. in verschiedenster Form veränderte äußere Geometrien ausbilden, die bei einem Einsatz zu Problemen führen können.

[0004] Eine andere bekannte Möglichkeit ist es, Hohlräume in einem Gehäuse vorzusehen. Dies hat den Nachteil, dass ein Gas ad- oder absorbierender Werkstoff mit speziellen Elementen fixiert werden muss, wenn solche Systeme dynamisch bewegt werden. Dies ist aber besonders schwierig, wenn als Sorptionsmittel eine lose Schüttung oder ein poröser Werkstoff mit geringer mechanischer Festigkeit eingesetzt wird.

[0005] Aus DE 10 2006 010 636 A1 ist es bekannt, Partikel eines sorbierenden Werkstoffs oder Materials in einen dreidimensionalen Träger mit Schaumstruktur diskret einzulagern und/oder daran zu fixieren. Dies hat nachteilig zur Folge, dass mit der geringen thermischen Leitfähigkeit sowohl die für die Sorption, wie auch die Desorption günstigen Temperaturen über das gesamte Volumen nur nach einer entsprechend großen Zeit erreicht werden können.

[0006] Außerdem werden große Oberflächenbereiche der Partikel des Sorptionsmittels vom Werkstoff der Schaumstruktur abgedeckt, so dass ein Gas nicht die gesamte eigentlich zur Verfügung stehende Oberfläche des Sorptionsmittels oder erst mit sehr großer zeitlicher Verzögerung erreichen kann. Weiter ist es nachteilig, dass ein zu sorbierendes Gas erst durch den Werkstoff

der Schaumstruktur hindurch zu Sorptionspartikeln gelangen muss, wenn es sorbiert werden soll. Bei der Desorption ist dies umgekehrt der Fall. Dem entsprechend ist die Sorptions- und die Desorptionsrate reduziert.

[0007] Ausgehend davon ist es Aufgabe der Erfindung, Möglichkeiten für ein verbessertes Verhalten bei einer Volumenausdehnung eines Sorptionsmittels, die infolge einer Änderung der Menge des am oder mit dem Sorptionsmittel sorbierten gasförmigen Sorbens auftritt, anzugeben.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Speicherelement, das die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung können mit in untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen realisiert werden.

[0009] Bei einem erfindungsgemäßen Speicherelement ist in einem starren innen hohlen Gehäuse ein Sorptionsmittel für die Speicherung eines jeweiligen Gases in mindestens einem Bereich aufgenommen. Im Gehäuse ist mindestens ein weiterer Bereich vorhanden, in dem ein elastisch verformbarer Körper oder ein elastisch verformbares Material aufgenommen und kein Sorptionsmittel dort vorhanden ist. Dabei ist/sind der/die Körper oder das Material soweit elastisch verformbar und/oder sein Volumen so dimensioniert, dass eine Volumenausdehnung des Sorptionsmittels bei der Sorption des jeweiligen Gases kompensierbar ist.

[0010] Am Gehäuse ist mindestens eine Zu-, eine Abführung oder eine Zu- und Abführung für ein Gas vorhanden.

[0011] Ein geeignetes Gehäuse kann beispielsweise rohrförmig oder mit einem mehreckigen oder gewölbten Querschnitt ausgebildet sein.

[0012] Mit einem oder mehreren Bereich(en) in dem/denen jeweils ein elastisch verformbarer Körper oder ein solches Material enthalten ist, kann ein Ausdehnungsraum in zumindest einer axialen Richtung zur Verfügung gestellt werden. Werkstoff, Material, Porosität, Dichte und elastische Rückstellkraft können an die verschiedenen jeweils eingesetzten Sorptionsmittel und zu speichernden Gase angepasst werden. Die elastisch verformbaren Körper oder das elastisch verformbare Material müssen nicht gasdurchlässig sein. Das Gas kann weiterhin axial mittels eines porösen Sinter- oder Filterrohrs o.ä. innerhalb des Speicherelements und dem darin enthaltenen Sorptionsmittel verteilt werden. Die Befüllung eines Gehäuses ist sehr einfach möglich. So können, Pulver, Granulat, Presskörper oder andere Formen des jeweils eingesetzten Sorptionsmittels alternierend mit einem elastisch verformbaren Körper oder elastisch verformbaren Material in Form von Schichten in das Gehäuse eingefüllt werden. Dabei kann das Volumenverhältnis zwischen den elastisch verformbaren Körpern oder des elastisch verformbaren Materials und dem Volumen des Sorptionsmittels entsprechend der zu erwartenden Volumenausdehnung gewählt werden.

[0013] Es können mehrere mit elastisch verformbaren

Körpern oder elastisch verformbarem Material ausgefüllte weitere Bereiche in einem Gehäuse vorgesehen sein, d.h. es wird eine maximale Länge der einzelnen Bereiche, in denen Sorptionsmittel enthalten ist, nicht überschritten, um eine gleichmäßige Volumenausdehnung zu erreichen. Bereiche, in denen Sorptionsmittel enthalten ist, und weitere Bereiche, in denen elastisch verformbare Körper oder elastisch verformbares Material enthalten sind, sind dann alternierend angeordnet. Die Länge von Bereichen mit Sorptionsmittel ist dabei bevorzugt in eine Achsrichtung länger als weitere Bereiche. Die Länge weiterer Bereiche, die mit einem elastisch verformbaren Körper oder einem elastisch verformbaren Material ausgefüllt sind, sollte im beladenen Zustand, also bei maximaler Sorption eines Gases am Sorptionsmittel, in dieser Achsrichtung so groß sein, dass die Poren im Sorptionsmittel nicht vollständig zusammen gepresst und weitere Hohlräume darin verbleiben.

[0014] Mit der Erfindung kann sich das Sorptionsmittel gleichmäßig ausdehnen und es gibt nur eine geringe Dichteinhomogenität. Dadurch kann die Entladerate erhöht werden, da der Wärmetransfer über die Länge des Gehäuses gleichmäßiger ist. Somit erhöht sich die effektiv nutzbare Speicherkapazität. So ist z.B. bei konstantem Entladevolumenstrom eines Wasserstofffeststoffspeichers für die Versorgung eines Verbrauchers (z.B. Brennstoffzelle) ein minimaler Wasserstoffdruck notwendig. Bei der Desorption/Entladung muss Wärme dem Speicherelement zugeführt werden. Weisen nun bestimmte Bereiche im Gehäuse niedrigere Dichten auf als andere (wie dies z.B. bei einem freien Ausdehnungsraum/Hohlraum der Fall wäre), werden diese Bereiche schneller abkühlen und können somit den definierten Wasserstoffvolumenstrom gegen einen bestimmten Überdruck nicht genauso lange abgeben, wie Bereiche in denen eine höhere Dichte vorhanden ist. Damit reduziert sich in diesem Fall die nutzbare Wasserstoffspeicherkapazität.

[0015] Mit weiteren Bereichen, die mit elastisch verformbaren Körpern oder Material ausgefüllt sind, sind die Dichten im Inneren des Gehäuses homogener und damit kann über längere Zeit entladen werden, so dass höhere nutzbare Speicherkapazitäten erreicht werden können.

[0016] Bei der Erfindung einsetzbare elastisch verformbare Körper können vorzugsweise poröse Schäume sein. Diese können aus einem Metall oder einem Polymer, bevorzugt Polyurethan gebildet sein. Als elastisch verformbare Materialien können mit Fasern gebildete Strukturelemente eingesetzt werden. Die Fasern können dabei aus Metall, Polymer oder einer Keramik bestehen. Eine Faserstruktur kann dabei beispielsweise ein Gestrick, ein Gelege, ein Gewirk oder ein Gewebe sein.

[0017] Die elastischen Eigenschaften können an das jeweilige Sorptionsmittel angepasst werden, was beispielsweise durch unterschiedliche Porositäten, Porengrößen, Stegbreiten, Materialauswahl und -kombination für unterschiedliche Temperaturen und unterschiedliche elastische Rückstellkraft möglich sein kann.

[0018] Ein Bereich und ein weiterer Bereich sollten abwechselnd angeordnet sein, so dass das Längenverhältnis in einer Achsrichtung zwischen einem Bereich in dem Sorptionsmittel enthalten ist und einem weiteren Bereich, in dem ein elastisch verformbarer Körper oder elastisch verformbares Material enthalten ist, mindestens der zu erwartenden maximalen Volumenausdehnung des Sorptionsmittels entspricht. Außerdem sollte eine maximale Länge eines Bereichs, in dem Sorptionsmittel enthalten ist, nicht überschritten sein, die sich nach Reibungseffekten im Sorptionsmittelbett richtet und so gewählt sein, dass beim Ausdehnen eine hohe Homogenität in der Dichte des Sorptionsmittels beibehalten werden kann. Die Länge eines Bereiches, in dem Sorptionsmittel enthalten ist, sollte zwei- bis maximal zehnfach in einer Achsrichtung, in der Bereiche und weitere Bereiche aneinandergrenzen länger sein, als die Länge eines weiteren Bereichs sein, der mit einem elastisch verformbaren Körper oder einem elastisch verformbaren Material ausgefüllt ist.

Die elastisch verformbaren Körper oder das elastisch verformbare Material können einen Gradienten sowohl in axialer, als auch radialer Richtung hinsichtlich ihrer elastischen Eigenschaften aufweisen. Sie können also anisotrop mit größerer Elastizität in eine Achsrichtung ausgebildet sein, die an das Sorptionsmittel angrenzt.

[0019] Die elastisch verformbaren Körper oder elastisch verformbares Material können gasdurchlässig sein und gleichzeitig als Filter fungieren. Es können mehrere auch unterschiedliche elastisch verformbare Körper oder unterschiedliches elastisch verformbares Material eingesetzt werden, um einen weiteren Bereich für die Kompensation der Volumenausdehnung zu bilden.

[0020] Der Werkstoff der/des Körper(s) oder das Material sollte so ausgewählt sein, dass mindestens 80 % der maximalen Elastizität im Temperaturbereich, in dem die Sorption und Desorption des jeweiligen Gases erfolgt, eingehalten werden kann. Die elastisch verformbaren Körper oder das elastisch verformbare Material sollten infolge ihrer Elastizität eine Kraft ausüben können, die dazu führt, dass zumindest teilweise die Volumenausdehnung, die infolge der Sorption des jeweiligen Gases am/im Sorptionsmittel auftritt, bei einer Desorption kompensiert werden kann. So kann ein Bereich, in dem Sorptionsmittel enthalten ist, nach einer vollständigen oder teilweisen Desorption wieder direkt an einen weiteren Bereich angrenzen und sich Sorptionsmittel und elastisch verformbare Körper oder elastisch verformbares Material unmittelbar berühren.

[0021] Vorteilhaft sollten elastisch verformbare Körper oder elastisch verformbares Material eine Porosität von mindestens 50 % aufweisen.

Der Werkstoff oder ein Material, mit dem der/die elastische(n) Körper gebildet ist, oder ein elastisch verformbares Material sollten chemisch nicht mit dem Sorptionsmittel und/oder dem Gehäusewerkstoff reagieren. Von Vorteil ist auch eine einstellbare Rückstellkraft, um eine zyklische Volumen Zu- und Abnahme zu kompensieren.

Dadurch kann die Speicherbettstabilität verbessert werden.

[0022] Sorptionsmittel kann in Form einer losen Schüttung, gepresster Körper oder als Granulat innerhalb des Gehäuses vorhanden sein. Das Sorptionsmittel kann ausgewählt sein aus Aktivkohle, Zeolithen, einer hydridbildenden Metall-Legierung (enthaltend beispielsweise Alkalimetalle, Erdalkalimetalle und/oder Übergangsmetalle wie insbesondere Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Hf und/oder Seltenerdmetalle wie insbesondere La, Ce, Sm), Komplexhydriden, (z.B. NaAlH₄-Basis, LiNH₂-Basis, LiBH₄-Basis) für Wasserstoff oder Salze (z.B. BaCl₂-Basis, CaCl₂-Basis) für Ammoniak oder Oxiden/Hydroxiden (z.B. CaO/Ca(OH)₂-Basis) für Wasserdampf oder Oxiden (z.B. PbO-Basis, CaO-Basis) für Kohlendioxid und/oder der/die Körper oder das Material ausgewählt ist/sind aus einem Polymer, insbesondere Polyurethan. Der/die Körper kann/können auch aus einem Metall oder einer Metall-Legierung gebildet sein. Bevorzugte Metalle sind Aluminium, Kupfer oder Stahl oder auch Legierungen davon. Ganz besonders bevorzugt sind diese porös.

[0023] Es besteht auch die Möglichkeit, Bereiche, in denen Sorptionsmittel und weitere Bereiche, in denen elastisch verformbare Körper oder elastisch verformbares Material vorhanden sind, mit einer Membran voneinander zu trennen. Die Membran sollte dabei bevorzugt für das jeweilige Gas permeabel sein. Dadurch kann einmal eine Vermischung der unterschiedlichen Werkstoffe und Materialien aus Bereichen und weiteren Bereichen vermieden werden. Mit einer Membran können auch die Reibverhältnisse und ggf. die infolge der Elastizität wirkenden Kräfte zwischen Sorptionsmittel, elastisch verformbaren Körpern oder elastisch verformbarem Material vorteilhaft beeinflusst werden.

[0024] Bei der Erfindung besteht auch die Möglichkeit, mehrere Zu- und/oder Abführungen für zu speicherndes Gas an einem Gehäuse vorzusehen. Diese können dann bevorzugt jeweils an einem Gehäuse so angeordnet sein, dass sie mit einem Bereich, in dem Sorptionsmittel vorhanden ist, kommunizieren.

[0025] Mit der Erfindung kann die effektiv nutzbare Speicherkapazität im dynamischen Betrieb um bis zu 50% erhöht werden, was auch nach mehreren Sorptions- und Desorptionszyklen noch sicher eingehalten werden kann.

[0026] Vorteilhaft kann Aufgrund der Wärmetönung der Sorptionsreaktion das erfindungsgemäße Speicherelement für Gase prinzipiell auch für die Speicherung von Wärme eingesetzt werden.

[0027] Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden.

[0028] Dabei zeigen:

Figur 1 in einer schematischen Teilschnittdarstellung ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Speicherelements;

Figur 2 in schematischer Form Teilschnittdarstellungen eines Speicherelements im desorbierten Zustand (links) und bei einer nahezu vollständigen Sorption (rechts) und

Figur 3 in schematischer Form eine weitere Teilschnittdarstellung eines weiteren Beispiels.

[0029] In Figur 1 ist schematisch eine Möglichkeit zur Ausbildung eines Speicherelements gezeigt. Dabei sind jeweils gleich lange und ein jeweils gleiches Volumen aufweisende Bereiche mit Sorptionsmittel 2 gefüllt und von weiteren Bereichen, die ebenfalls in einem Zustand, bei dem kein Gas sorbiert ist, eine gleiche Länge und ein gleiches Volumen aufweisen, eingefasst. Die weiteren Bereiche sind jeweils mit einem elastisch verformbaren Körper 3 ausgefüllt. Bereiche, die mit Sorptionsmittel 2 ausgefüllt sind, weisen eine Länge b und die weiteren Bereiche eine Länge a in der Achsrichtung auf, in der die Bereiche und die weiteren Bereiche nacheinander folgend angeordnet sind. Diese Achsrichtung kann insbesondere die Längsachse eines Gehäuses 1 sein.

[0030] Die in Figur 1 angegebene Gleichung gibt an, dass die maximale Ausdehnung, die infolge Sorption auftreten kann, kleiner als das Verhältnis $a/(a+b)$ sein sollte.

[0031] Für den Einsatz von losen Pulverschüttungen als Sorptionsmittel 2 ist eine geschlossene Grenzfläche in Form einer Membran 5 zwischen Sorptionsmittel 2 und elastisch verformbaren Körpern 3 sinnvoll, um das Eindringen von Partikeln des Sorptionsmittels 2 in den Werkstoff der Körper 3 zu verhindern. Dies kann aber auch durch eine entsprechend sehr kleine Porengröße poröser elastisch verformbarer Körper 3 oder ggf. einer entsprechenden Ausbildung eines elastisch verformbaren Materials erreicht werden. Die Membranen 5 können aus dem gleichen Material wie der elastische Körper oder aus einem anderen Material, das für das zu speichernde Gas permeabel ist, gebildet sein.

[0032] Für eine Speicherung von Wasserstoff kann ein rohrförmiges Gehäuse 1 mit einem Durchmesser außen 42 mm, innen 40 mm und mit einer Länge von 500 mm eingesetzt werden. Es wurden insgesamt 1,4 kg einer hydridbildenden Ti-haltigen Legierung (AB2-Typ: Ti-Mn-V-Fe-Zr Legierung), die in Form von Presskörpern mit einer inneren Porosität von ca. 30 Vol.-% ausgeführt ist, als Sorptionsmittel 2 eingesetzt und dabei Bereiche mit einer Länge von ca. 700 mm des Sorptionsmittels 2 alternierend zwischen weiteren Bereichen mit einer Länge von ca. 200 mm in Längsachsrichtung des rohrförmigen Gehäuses 1 aus Edelstahl mit einem offenporigen Polyurethan-Schaum (Porengröße ca. 1 mm, Porosität ca. 95 Vol.-%) als elastisch verformbare Körper 3 ausgefüllt. Die mit dem Sorptionsmittel 2 ausgefüllten Bereiche wurden so voneinander mit den mit dem Polyurethan-Schaum ausgefüllten weiteren Bereichen getrennt. Bei der Sorption des Gases am Sorptionsmittel 2 werden die Körper 3 aus dem Polyurethan-Schaum elastisch zusammengedrückt.

[0033] Bei einer Entladung des Speicherelements infolge der Desorption des temporär gespeicherten Wasserstoffs, bei der durch eine Erwärmung die Temperatur des Sorptionsmittels 2 erhöht wird, verringert sich das Volumen des Sorptionsmittels 2 und infolge der Elastizität des Polyurethan-Schaumes, mit dem die Körper 3 gebildet sind, vergrößert sich deren Volumen wieder, so dass möglichst kein Hohlraum im Gehäuse 1 bei allen Zuständen des Speicherelements vorhanden ist.

Patentansprüche

1. Speicherelement für Gase, bei dem in einem starren innen hohlen Gehäuse (1), das mindestens eine Zu-, eine Abführung oder eine Zu- und Abführung für ein Gas aufweist, ein Sorptionsmittel (2) für die Speicherung eines jeweiligen Gases in mindestens einem Bereich aufgenommen ist und im Gehäuse (1) mindestens ein weiterer Bereich vorhanden ist, in dem ein elastisch verformbarer Körper (3) oder ein elastisch verformbares Material aufgenommen und kein Sorptionsmittel (2) vorhanden ist, wobei der Körper (3) oder das Material soweit elastisch verformbar und/oder sein Volumen so dimensioniert ist, dass eine Volumenausdehnung des Sorptionsmittels (2) bei der Sorption des jeweiligen Gases kompensierbar ist.
2. Speicherelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der/die elastisch verformbare(n) Körper (3) ein poröser Körper aus Metall oder einem Polymer, bevorzugt mit einer Porosität von mindestens 50 %, ist oder ein elastisch verformbares Material eine mit Fasern aus Metall, einer Keramik oder Polymer gebildete offenzellige Struktur ist, wobei der Werkstoff oder ein Material mit dem der/die elastische(n) Körper gebildet ist oder ein elastisch verformbares Material bevorzugt chemisch nicht mit dem Sorptionsmittel (2) und/oder dem Gehäusewerkstoff reagiert.
3. Speicherelement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Bereiche, in denen Sorptionsmittel (2) enthalten ist und mehrere weitere Bereiche, in denen ein elastisch verformbarer Körper (3) oder ein elastisch verformbares Material vorhanden ist, in einer Achsrichtung alternierend innerhalb des Gehäuses (1) angeordnet sind.
4. Speicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elastisch verformbare Körper (3) oder das elastisch verformbare Material anisotrop mit größerer Elastizität in Bezug zu einer Achsrichtung ausgebildet ist, die an Sorptionsmittel (2) angrenzt.

5. Speicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Körpers (3) oder das Material so ausgewählt ist, dass mindestens 80 % der maximalen Elastizität im Temperaturbereich, in dem die Sorption und Desorption des jeweiligen Gases erfolgt, eingehalten ist.
6. Speicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sorptionsmittel (2) in Form einer losen Schüttung gepresster Körper oder als Granulat innerhalb des Gehäuses (1) vorhanden ist.
7. Speicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sorptionsmittel (2) ausgewählt ist aus Aktivkohle, Zeolithen, einer hydridbildenden Metalllegierung (enthaltend beispielsweise Alkalimetalle, Erdalkalimetalle und/oder Übergangsmetalle wie insbesondere Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Hf und/oder Seltenerdmetalle wie insbesondere La, Ce, Sm), Komplexhydriden, (z.B. NaAlH_4 -Basis, LiNH_2 -Basis, LiBH_4 -Basis) für Wasserstoff oder Salze (z.B. BaCl_2 -Basis, CaCl_2 -Basis) für Ammoniak oder Oxiden/Hydroxiden (z.B. $\text{CaO}/\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Basis) für Wasserdampf oder Oxiden (z.B. PbO -Basis, CaO -Basis) für Kohlendioxid und/oder der/die elastisch verformbare(n) Körper (3) oder das elastisch verformbare Material ausgewählt ist/sind aus Polymeren, insbesondere Polyurethan, einem Metall und einer Metalllegierung, insbesondere Aluminium, Kupfer oder Stahl, wobei das Metall oder die Metalllegierung bevorzugt porös ist.
8. Speicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bereiche, in denen Sorptionsmittel (2) und weitere Bereiche, in denen elastisch verformbare Körper (3) oder elastisch verformbares Material vorhanden sind, mit einer Membran voneinander getrennt sind, wobei die Membran bevorzugt für das jeweilige Gas permeabel ist.

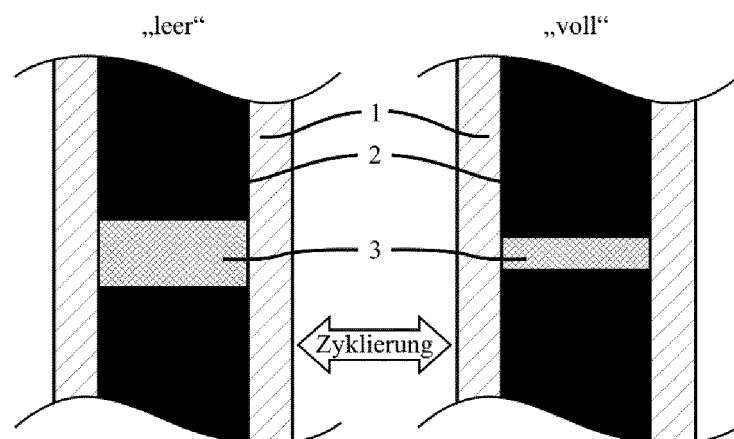
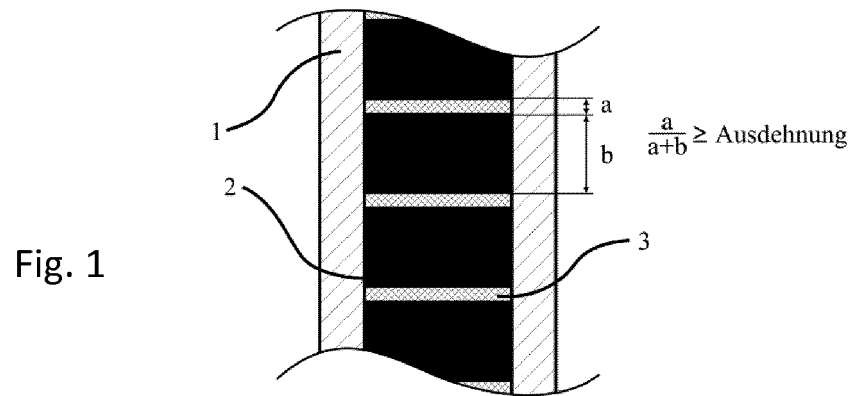


Fig. 2

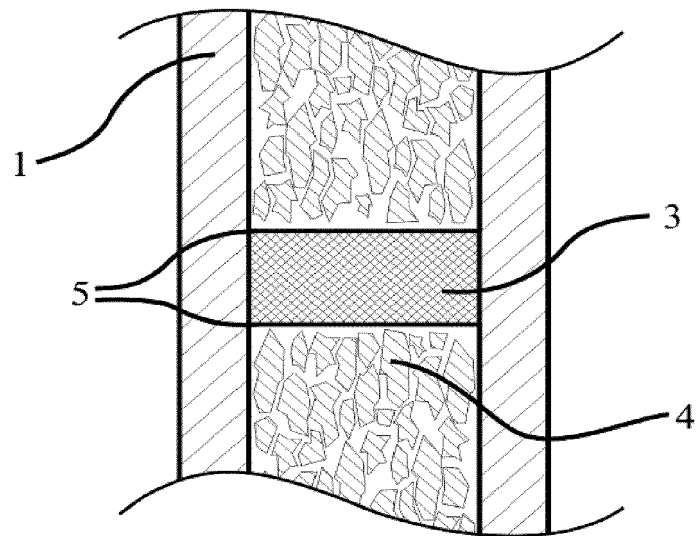


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 17 5659

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 3 004 515 A1 (AD VENTA [FR]) 17. Oktober 2014 (2014-10-17) * Seite 6, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 33; Abbildungen 2-3 *	1-8	INV. F17C11/00
X	US 6 530 233 B1 (NAKAMURA KENJI [JP] ET AL) 11. März 2003 (2003-03-11) * Spalte 3, Zeile 60 - Spalte 12, Zeile 48; Abbildung 3 *	1-8	
X	US 2009/107853 A1 (TAN ZHAOSHENG [US] ET AL) 30. April 2009 (2009-04-30) * Absätze [0041] - [0063]; Abbildungen 3-4 *	1-8	
X	US 2006/065553 A1 (GOLBEN P M [US]) 30. März 2006 (2006-03-30) * Absätze [0011] - [0029]; Abbildungen 1-2 *	1-8	
X	US 4 598 836 A (WESSEL OTTO [DE]) 8. Juli 1986 (1986-07-08) * Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildungen 1-5 *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F17C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 27. September 2016	Prüfer Thibault, Valerie
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 17 5659

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-09-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	FR 3004515 A1	17-10-2014	KEINE	
15	US 6530233 B1	11-03-2003	DE 10042245 A1 JP 2001065797 A US 6530233 B1	12-04-2001 16-03-2001 11-03-2003
20	US 2009107853 A1	30-04-2009	EP 2201283 A1 JP 2011501076 A US 2009107853 A1 WO 2009054902 A1	30-06-2010 06-01-2011 30-04-2009 30-04-2009
25	US 2006065553 A1	30-03-2006	US 2006065553 A1 WO 2006036856 A2	30-03-2006 06-04-2006
30	US 4598836 A	08-07-1986	BR 8405361 A DE 3338879 A1 FR 2553865 A1 GB 2148478 A IT 1175700 B JP S6098294 A US 4598836 A	03-09-1985 09-05-1985 26-04-1985 30-05-1985 15-07-1987 01-06-1985 08-07-1986
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006010636 A1 [0005]