(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 118 511 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2023 Patentblatt 2023/32

(21) Anmeldenummer: **16175659.8**

(22) Anmeldetag: **22.06.2016**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F17C 11/00 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F17C 11/005; F17C 11/00

(54) **SPEICHERELEMENT FÜR GASE**

STORAGE ELEMENT FOR GASES

ÉLEMENT DE STOCKAGE POUR GAZ

(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

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2017 Patentblatt 2017/03

(73) Patentinhaber: **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)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A1- 3 004 515
US-A- 4 598 836
US-A1- 2006 065 553
US-A1- 2009 107 853
US-B1- 6 530 233

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 118 511 B1

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 entsprechend 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 Gase 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] FR 3 004 515 A1 betrifft einen Kompensator zur Ausgleichunge einer Volumenvergrößerung eines Wasserstoffspeichermediums.

[0008] Eine Wasserstoffspeichervorrichtung mit einem dazu geeigneten System sind aus US 6,530,233 B1 sowie US 2009/0107853 A1 bekannt.

[0009] US 4,598,836 A betrifft einen Druckgasbehälter.

[0010] Möglichkeiten zur Verfügungstellung von Wasserstoff aus einem Speicher sind aus US 2006/0065553 A1 bekannt.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] Am Gehäuse ist mindestens eine Zu-, eine Abführung oder eine Zu- und Abführung für ein Gas vorhanden.

[0015] Ein geeignetes Gehäuse kann beispielsweise rohrförmig oder mit einem mehreckigen oder gewölbten Querschnitt ausgebildet sein.

[0016] 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 Be-

füllung 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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 in einer erfindungsgemäßen Alternative einen Gradienten sowohl in axialer, als auch radialer Richtung hinsichtlich ihrer elastischen Eigenschaften aufweisen. Sie sind also anisotrop mit größerer Elastizität in eine Achsrichtung ausgebildet, die an das Sorptionsmittel angrenzt.

[0023] 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.

[0024] Der Werkstoff der/des Körper(s) oder das Material soll in einer weiteren erfindungsgemäßen Alternative 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.

[0025] Vorteilhaft sollten elastisch verformbare Körper oder elastisch verformbares Material eine Porosität von mindestens 50 % aufweisen.

[0026] 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.

[0027] 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 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. 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 Metalllegierung gebildet sein. Bevorzugte Metalle sind Aluminium, Kupfer oder Stahl oder auch Legierungen davon. Ganz besonders bevorzugt sind diese porös.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] Vorteilhaft kann Aufgrund der Wärmetönung der Sorptionsreaktion das erfindungsgemäße Speicherelement für Gase prinzipiell auch für die Speicherung von Wärme eingesetzt werden.

[0032] Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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 Tihaltigen 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.

[0039] 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,
   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

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** Sorptionsmittel (2) in Form einer losen Schüttung gepresster Körper oder als Granulat innerhalb des Gehäuses (1) vorhanden ist.

5. 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 Seltenerdme-talle 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. $CaO/Ca(OH)_2$-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.

6. 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.

Claims

1. A storage element for gases, in which in a rigid internally hollow housing (1), which has at least one inlet, one outlet or one inlet and outlet for a gas,

   a sorbent (2) for storing a respective gas is incorporated in at least one region, and
   at least one further region is present in the housing (1) in which an elastically deformable body (3) or an elastically deformable material is accommodated and no sorbent (2) is present, wherein
   the body (3) or the material is elastically deformable to such an extent and/or its volume is dimensioned such that a volume expansion of the sorbent (2) during sorption of the respective gas can be compensated,
   characterized in that
   the elastically deformable body (3) or the elastically deformable material is formed anisotropically with greater elasticity with respect to an axial direction adjacent to sorbents (2).

2. The storage element according to claim 1, **characterized in that** the elastically deformable body/bodies (3) is/are a porous body made of metal or a polymer, preferably with a porosity of at least 50% or
   an elastically deformable material is an open-cell structure formed with fibers of metal, a ceramic or polymer, wherein the substance or a material with which the elastic body/bodies is/are formed or an elastically deformable material preferably does not chemically react with the sorbent (2) and/or the housing substance.

3. The storage element according to claim 1 or 2, **characterized in that** a plurality of regions in which sorbent (2) is contained and a plurality of further regions in which an elastically deformable body (3) or an elastically deformable material is present are arranged alternately in an axial direction within the housing (1).

4. The storage element according to one of the preceding claims, **characterized in that** sorbent (2) is present in the form of a loose bulk of pressed bodies or as granules within the housing (1).

5. The storage element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sorbent (2) is selected from activated carbon, zeolites, a hydride-forming metal alloy (containing, for example, alkali metals, alkaline earth metals and/or transition metals such as, in particular, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Hf and/or rare earth metals such as in particular La, Ce, Sm), complex hydrides, (e.g. based on $NaAlH_4$, $LiNH_2$, $LiBH_4$) for hydrogen or salts (e.g. based on $BaCl_2$, $CaCl_2$) for ammonia or oxides/hydroxides (e.g. based on $CaO/Ca(OH)_2$) for water vapor or oxides (e.g. based on PbO, CaO) for carbon dioxide
   and/or the elastically deformable body/bodies (3) or the elastically deformable material is/are selected from polymers, in particular polyurethane, a metal and a metal alloy, in particular aluminum, copper or steel, the metal or the metal alloy preferably being porous.

6. The storage element according to one of the preceding claims, **characterized in that** regions in which sorbent (2) and further regions in which elastically deformable bodies (3) or elastically deformable material are present are separated from one another by a membrane, the membrane preferably being permeable to the respective gas.

Revendications

1. Elément de stockage pour des gaz, dans lequel, dans un boîtier (1) rigide creux à l'intérieur, qui présente au moins une amenée, une évacuation ou une amenée et une évacuation pour un gaz,

   un sorbant (2) pour le stockage d'un gaz respectif est reçu dans au moins une zone, et
   au moins une autre zone est présente dans le boîtier (1), dans laquelle un corps (3) élastiquement déformable ou une matière élastiquement déformable est reçu(e) et aucun sorbant (2) n'est présent, où
   dans lequel le corps (3) ou la matière est déformable élastiquement de telle façon que et/ou son volume est dimensionné de telle sorte qu'une dilatation volumique du sorbant (2) peut être compensée lors de la sorption du gaz respectif,
   caractérisé en ce que
   le corps (3) élastiquement déformable ou la matière élastiquement déformable est réalisé(e) de manière anisotrope avec une plus grande élasticité par rapport à une direction axiale qui est adjacente au sorbant (2).

2. Elément de stockage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le/les corps (3) élastiquement déformable(s) est/sont un corps poreux composé de métal ou d'un polymère, de préférence avec une porosité d'au moins 50 %, ou
   une matière élastiquement déformable est une structure à cellules ouvertes formée avec des fibres composées de métal, d'une céramique ou de polymère, dans lequel le matériau ou une matière avec lequel/laquelle le/les corps élastique(s) est/sont formé(s) ou une matière élastiquement déformable ne

réagit de préférence pas chimiquement avec le sorbant (2) et/ou le matériau de boîtier.

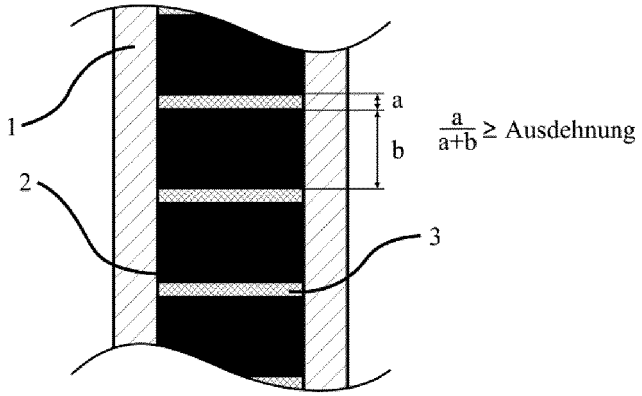
3. Elément de stockage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** plusieurs zones, dans lesquelles un sorbant (2) est contenu et plusieurs autres zones, dans lesquelles un corps élastiquement déformable (3) ou un matériau élastiquement déformable est présent, sont disposées en alternance dans une direction axiale à l'intérieur du boîtier (1).

4. Elément de stockage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le sorbant (2) est présent sous forme de corps comprimés en vrac ou de granulés à l'intérieur du boîtier (1).

5. Elément de stockage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le sorbant (2) est choisi parmi le charbon actif, les zéolithes, un alliage métallique formant un hydrure (contenant par exemple des métaux alcalins, des métaux alcalino-terreux et/ou des métaux de transition tels qu'en particulier Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Hf et/ou des métaux des terres rares tels qu'en particulier La, Ce, Sm), des hydrures complexes (par exemple base $NaAlH_4$, base $LiNH_2$, base $LiBH_4$) pour l'hydrogène ou des sels (par exemple base $BaCl_2$, base $CaCl_2$) pour l'ammoniac ou des oxydes/hydroxydes (par exemple base $CaO/Ca(OH)_2$) pour la vapeur d'eau ou des oxydes (par exemple base PbO, base CaO) pour le dioxyde de carbone
et/ou le/les corps élastiquement déformable(s) (3) ou la matière élastiquement déformable est/sont choisi(s) parmi les polymères, en particulier le polyuréthane, un métal et un alliage métallique, en particulier l'aluminium, le cuivre ou l'acier, dans lequel le métal ou l'alliage métallique est de préférence poreux.

6. Elément de stockage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des zones dans lesquelles le sorbant (2) et d'autres zones dans lesquelles des corps (3) élastiquement déformables ou un matériau élastiquement déformable sont présents sont séparés les uns des autres avec une membrane, dans lequel la membrane est de préférence perméable au gaz respectif.

Fig. 1



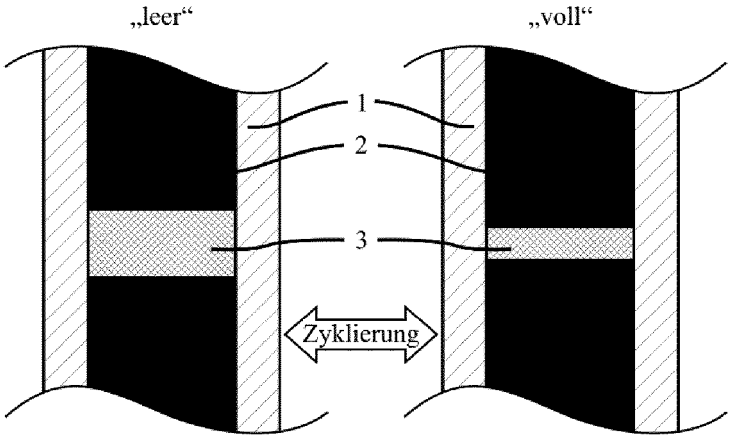


Fig. 2

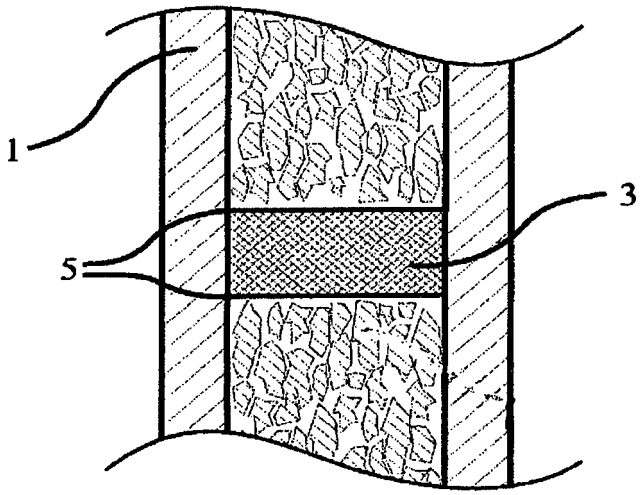


Fig. 3

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]**
- FR 3004515 A1 **[0007]**
- US 6530233 B1 **[0008]**
- US 20090107853 A1 **[0008]**
- US 4598836 A **[0009]**
- US 20060065553 A1 **[0010]**