

(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  
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



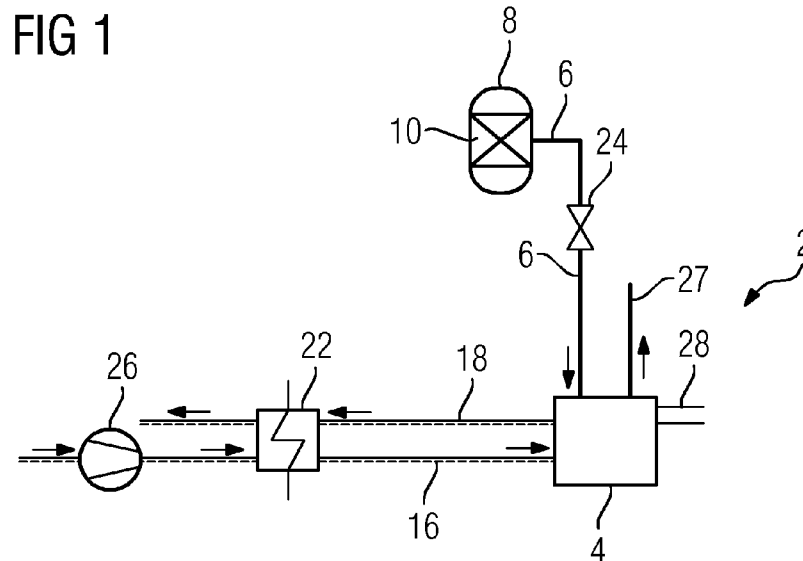
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/171787 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01M 8/02* (2006.01) *H01M 8/12* (2006.01)  
*H01M 8/04* (2006.01)
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506  
München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060032
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
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.
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Mai 2012 (29.05.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102011077692.3 17. Juni 2011 (17.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HANEBUTH, Marc  
[DE/DE]; Jahning 11, 22297 Hamburg (DE). KOSSE,  
Sylvio [DE/DE]; Hofmannstr. 11a, 91052 Erlangen (DE).  
LENK, Uwe [DE/DE]; Lengenfelder Str. 103 c, 08064  
Zwickau (DE).
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC ENERGY STORE WITH A WATER RESERVOIR THAT CONTAINS A SORPTION MEANS

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHER ENERGIESPEICHER MIT EINEM SORPTIONSMITTEL ENTHALTENDEM  
WASSERRESERVOIR



(57) Abstract: The invention relates to an electric energy store with a thermally insulated chamber in which one or more electrochemical cells are arranged. The thermally insulated chamber has a water feed. According to the invention, the water is fed via a water reservoir that is stored in a sorption means.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektrischen Energiespeicher mit einem thermisch isolierten Raum, in dem eine oder mehrere elektrochemische Zellen angeordnet sind, wobei der thermisch isolierte Raum eine Wasserzufuhr aufweist. Die Erfindung besteht darin, dass die Wasserzufuhr über ein Wasserreservoir erfolgt, das in einem Sorptionsmittel gespeichert ist.

WO 2012/171787 A1

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

**ELEKTRISCHER ENERGIESPEICHER MIT EINEM SORPTIONSMITTEL  
ENTHALTENDEM WASSERRESERVOIR**

5 Ein Konzept eines elektrischen Energiespeichers, z. B. die  
Rechargeable Oxide Battery (ROB), sieht die Verwendung eines  
Metalls in Verbindung mit einer Luftpotelektrode vor. Als sauer-  
stoffleitender Feststoffelektrolyt kann Yttrium- oder Scandi-  
um-stabilisiertes Zirkondioxid verwendet werden. Diese Elek-  
10 trolyten zeichnen eine hochselektive Sauerstoffionenleitung,  
benötigen jedoch relativ hohe Betriebstemperaturen von bei-  
spielsweise mindestens 600°C. Es hat sich als sehr vorteil-  
haft herausgestellt, zwischen Metallspeicher und Elektrolyten  
Wasserdampf als Transportmedium für Sauerstoffionen einzu-  
15 bringen. Auf diese Weise kann die Reaktionskinetik verbessert  
werden, was sich ebenfalls positiv auf die Leistungsdichte  
des Energiespeichers auswirkt. Zudem hat sich herausgestellt,  
dass Wasserdampf mit einem geringen Überdruck das Einströmen  
von Fremdluft verhindern kann, was eine mögliche Fehlerursa-  
20 che einer Hochtemperatur-Luftbatterie ausschließt. Eine tech-  
nische Herausforderung besteht darin, im Betrieb der Batterie  
stets Wasserdampf in genügender Menge mit der richtigen Tem-  
peratur mit passendem Druck an der richtigen Stelle vorzuhal-  
ten. Eine Schwierigkeit ist hierbei, dass aufgrund von gerin-  
25 gen Undichtigkeiten ein Verlust an Wasser und somit bei län-  
geren Betriebszeiten eine Verminderung der Leistungsdichte  
erfolgen kann.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine wieder-  
30 aufladbare Batterie nach dem oben beschriebenen Konzept zur  
Verfügung zu stellen, die gegenüber dem Stand der Technik ei-  
ne verbesserte Versorgung mit dem für die elektrochemische  
Reaktion notwendigen Wasserdampf aufweist.

35 Die Lösung der Aufgabe besteht in einem elektrischen Energie-  
speicher nach Patentanspruch 1.

Der elektrische Energiespeicher nach Patentanspruch 1 umfasst einen thermisch isolierten Raum, in dem ein oder mehrere elektrochemische Zellen angeordnet sind, wobei in den elektrochemischen Zellen elektrochemische Reaktionen unter Beteiligung von Wasserdampf stattfinden. Hierfür weist der thermisch isolierte Raum eine Wasserzufuhr auf, wobei sich der elektrische Energiespeicher dadurch auszeichnet, dass die Wasserzufuhr über ein Wasserreservoir erfolgt, das in einem Sorptionsmittel gespeichert ist.

10

Unter einem Sorptionsmittel versteht man ein Material, das dazu geeignet ist, Wasser oder ein anderes Medium durch Adsorption aufzunehmen und durch Desorption wieder abzugeben. Das Sorptionsmittel ist in einem Behälter angeordnet, das sich in einer Ausgestaltungsform der Erfindung außerhalb des thermisch isolierten Raumes 4 befindet. Das Sorptionsmittel gibt hierbei bei einer bestimmten Temperatur Wasser mit einem von der Temperatur abhängigen Partialdruck ab. Das so abgegebene Wasser in Form von Wasserdampf wird über die beschriebene Wasserzufuhr in den isolierten Raum geleitet. Der isolierte Raum wird häufig auch als so genannte Hot-Box des elektrischen Energiespeichers bezeichnet. Hierdurch kann die Adsorption des Wassers durch das Sorptionsmittel in einer separaten Vorrichtung erfolgen, die mit Wasser beladenen Sorptionsmittelkartuschen können anschließend gegebenenfalls durch eine geeignete Wechsellvorrichtung in den Wasserreservoirbehälter eingesetzt werden, und die entladene Sorptionsmittelkartusche kann hieraus entfernt werden und in der separaten Aufladevorrichtung wieder mit Wasser beladen werden. Die Desorptionstemperatur des Wassers aus dem Adsorptionsmittel kann in einem weiten Temperaturbereich liegen, dieser beträgt zwischen 20°C und 500°C. Es hat sich jedoch als zweckmäßig herausgestellt, wann die Desorptionstemperatur zwischen 90°C und 190°C liegt. Hierbei weist das Wasser einen Partialdruck auf, der bevorzugt zwischen 0,9 hPa und 1,2 hPa liegt.

35

Als Sorptionsmittel hat sich ein poröser Feststoff als gut geeignet herausgestellt. Hierunter fallen insbesondere Sorp-

tionsmittel auf der Basis von Zeolithen, beispielsweise Zeolith A, Zeolith X, ZSM-5, und auch Chabasit. Vorteilhaft sind auch modifizierte Aktivkohle oder anorganische Substanzen mit einer hohen spezifischen Oberfläche, wie beispielsweise Kieselgel.

Zur besseren Kontrolle des Wasserpartialdrucks, der aus dem Wasserreservoir bzw. aus dem Sorptionsmittel resultiert, kann das Wasserreservoir bzw. der Wasserreservoirbehälter durch eine elektrische Beheizung beheizt werden.

Zusätzlich oder alternativ zu der elektrischen Beheizung kann eine Beheizung des Wasserreservoirs durch ein Prozessgas erfolgen. In der Regel weist der isolierte Raum des elektrischen Energiespeichers eine Prozessgaszuführungsleitung und eine Prozessgasauslassleitung auf. Von einer dieser beiden Leitungen kann eine Abzweigung vorgesehen sein, die das Prozessgas, das in der Regel eine Temperatur in der Nähe der Prozesstemperatur des elektrischen Energiespeichers aufweist, abgezweigt werden und zur Beheizung des Wasserreservoirs angewandt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Erfindung werden anhand der folgenden Figuren näher erläutert. Dabei sind die beschriebenen Kombinationen rein beispielhaft zu sehen und stellen keine Einschränkung des Schutzbereiches dar.

Dabei zeigen:

Figur 1 einen schematische Aufbau eines elektrischen Energiespeichers mit einem thermisch isolierten Raum, einen Wärmetauscher und ein Wasserreservoir, das mit dem thermisch isolierten Raum verbunden ist,  
Figur 2 einen elektrischen Energiespeicher gemäß Figur 1 mit einem zusätzlichen Heizelement des Wasserreservoirs,  
Figur 3 einen elektrischen Energiespeicher nach Figur 1 mit einer Beheizung des Wasserreservoirs durch ein Prozessgas,

Figur 4 eine alternative Ausgestaltung der Beheizung des Wasserreservoirs gemäß Figur 3,

Figur 5 ein Beispiel für Adsorptionsisothermen bei der Verwendung von Silicagel als Adsorptionsmittel und

5 Figur 6 ein Beispiel für Adsorptionsisothermen bei der Verwendung von modifizierter Aktivkohle als Adsorptionsmittel.

Figur 7 eine schematische Darstellung eines elektrischen Energiespeichers in Form einer Rechargeable Oxide Battery und deren schematischen Funktionsweise.

10

Anhand der Figur 7 soll grob die Wirkungsweise einer Rechargeable Oxide Battery (ROB), bzw. einer darin angewandten elektrochemischen Zelle, beschrieben werden, soweit dies für die folgende Beschreibung der Erfindung notwendig ist. Ein üblicher Aufbau einer ROB besteht darin, dass einer positiven Elektrode 70 ein Prozessgas, insbesondere Luft über einer Prozessgaszufuhr 16, zugeführt wird, wobei je nach Betriebszustand aus der Luft Sauerstoff entzogen oder an die Luft abgegeben wird, der in Form von Sauerstoffionen ( $O^{2-}$ ) durch einen Festkörperelektrolyten 74 zu einer negativen Elektrode 72 oder einer positiven Elektrode 70 gelangt. Dort wird er entladen bzw. geladen, aufoxidiert oder reduziert. Würde nun an der negativen Elektrode eine feste Schicht des zu oxidierenden bzw. reduzierenden Materials (z. B. wird hierfür Eisen, Mangan oder Nickel verwendet) vorliegen, so wäre die Ladekapazität der Batterie schnell erschöpft. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, einer negativen Elektrode ein Energiespeichermedium in Form eines porösen Körpers einzusetzen, der das

15  
20  
25  
30

funktional wirkende oxidierbare Material, also in zweckmäßiger Form das Metall enthält.

Über ein, bei Betriebszustand der Batterie gasförmiges Redoxpaar, beispielsweise  $H_2/H_2O$ , wird der Sauerstoff durch die Porenkanäle des porösen Körpers zu dem oxidierbaren Material, also dem Metall, transportiert. Je nachdem, ob ein Lade- oder Entladevorgang vorliegt, wird das Metall bzw. Metalloxid oxidiert oder reduziert und der hierfür benötigte Sauerstoff

35

durch das gasförmige Redoxpaar  $H_2/H_2O$  angeliefert oder zum Festkörperelektrolyten 74 zurücktransportiert. Dieser Mechanismus wird auch als Shuttlemechanismus bezeichnet. Für den Shuttlemechanismus ist Wasser notwendig, das in, für die elektrochemische Reaktion ausreichender Konzentration, an der negativen Elektrode vorliegen muss. Die vorliegende Erfindung widmet sich der Wasserzuführung zu einem thermisch isolierten Raum 4 des elektrischen Energiespeichers 2, der in der Regel auch als Hot-Box bezeichnet wird. In welcher Weise das Wasser nun in der Hot-Box bzw. in dem thermisch isolierten Raum 4 an die in diesen Zeichnungen nicht dargestellte elektrochemische Zelle gelangt, ist für diese Erfindung von untergeordneter Bedeutung. Grundsätzlich kann der gesamte thermisch isolierte Raum 4 unter einem bestimmten Wasserdampfdruck stehen. Es kann jedoch auch zweckmäßig sein, durch gezielte Leitungen im elektrochemischen Raum den Wasserdampf Stacks (eine Bündelung von mehreren elektrochemischen Zellen) zuzuführen, oder die einzelne elektrochemische Zelle an sich direkt mit dem Wasserdampf zu versorgen.

In Figur 1 sind die Komponenten einer Rechargeable Oxide Battery (ROB) schematisch in ihrem Zusammenwirken aufgezeigt. Hierbei weist die ROB zentrale Baugruppe einen thermisch isolierten Raum 4 auf, der auch als Hot Box bezeichnet wird. Der isolierte Raum 4 wird durch eine Prozessgaszuführleitung 16 mit einem Prozessgas, in der Regel Luft, versorgt. Das Prozessgas wird durch die Prozessgasauslassleitung 18 wieder aus dem thermisch isolierten Raum hinausgeleitet. Da die ROB bei Temperaturen zwischen 600 und 800°C betrieben wird, muss das Prozessgas vor dem Eintritt in den isolierten Raum 4 aufgeheizt werden. Das austretende Prozessgas weist wiederum eine Temperatur auf, die in etwa der Temperatur in dem thermisch isolierten Raum 4 entspricht, weshalb ein Wärmetauscher 22 außerhalb des isolierten Raumes 4 vorgesehen ist, in dem sich die Temperaturen des einströmenden Prozessgases und des ausströmenden Prozessgases angleichen. Zur Beförderung des Prozessgases ist ein Gebläse 26 vorgesehen. Ferner weist der

thermisch isolierte Raum 4 elektrische Zu- und Abführleitungen 28 auf.

Da wie beschrieben Wasser bzw. Wasserdampf ein entscheidender  
5 Bestandteil des elektrochemischen Prozesses, der sich im  
thermisch isolierten Raum 4, und dort in elektrochemischen  
Zellen abspielt, ist, und der thermisch isolierte Raum 4 ge-  
genüber Wasserdampf nur schwer vollständig abzudichten ist,  
ist eine Wasserzufuhr 6 sowie eine Abfuhr des Wasserdampfes  
10 27 vorgesehen, über die die die Konzentration des Partialdruckes  
des Wasserdampfes im Inneren des Raumes 4 beeinflusst und ge-  
steuert werden kann.

Zur Bereitstellung des Wasserdampfes ist ein Wasserreservoir  
15 8 bzw. ein Wasserreservoirbehälter 8 vorgesehen, in dem wie-  
derum in einer bevorzugten Ausgestaltungsform eine Kartusche  
10 vorgesehen ist, in der ein spezielles Sorptionsmittel ein-  
gefüllt ist. Das Sorptionsmittel gibt bei einer speziellen  
Temperatur Wasser durch Desorption mit einem bestimmten Par-  
20 tialdruck ab. Adsorptionsisothermen und der daraus resultie-  
rende Partialdruck für exemplarisch ausgewählte Sorptionsmit-  
tel und sind in den Figuren 5 und 6 dargestellt.

Durch die Verwendung von Sorptionsmitteln als Wasserspeicher  
25 für die ROB ist ein einfacher Aufbau der Wasserversorgung  
möglich. Beispielsweise ist hier keine Pumpe nötig, wie es im  
Gegensatz bei der Verwendung von Wasser in flüssiger Form der  
Fall wäre. Außerdem haben die Sorptionsmittel im Allgemeinen  
die Eigenschaft, dass das Wasser nicht stoßweise desorbiert,  
30 sondern kontinuierlich entweicht. Bei flüssigem Wasser wären  
zusätzliche Maßnahmen, wie z. B. ein beheiztes Puffervolumen,  
nötig, um stoßweises Verdampfen bzw. Siedeverzüge zu vermei-  
den, da ansonsten die Batterie durch Druckstöße beschädigt  
werden könnte. Vorteilhaft ist ebenfalls, dass der Partial-  
35 druck des Wassers mit dem Adsorbens bei einer gegebenen Tem-  
peratur eine Funktion der Beladung des Sorptionsmittels ist  
(Beladung ist das Masseverhältnis von adsorbiertem Wasser zu  
Sorptionsmittel). Auf diese Weise lässt sich das Wasserreser-

voir mit einfachen technischen Mitteln, wie z. B. einem Druckmesser, erfassen, um gleichzeitig einen Volumenstrom des Wasserdampfes sicherzustellen. Hierfür müsste bei der Verwendung von flüssigem Wasser ein Füllstandsmesser vorgesehen  
5 sein, der jedoch ein Versagen der ebenfalls notwendigen Pumpe nicht sicher erfassen könnte. Der technische Aufwand durch die Verwendung von flüssigem Wasser wäre somit deutlich komplexer, technisch aufwändiger und kostenintensiver, als dies durch den beschriebenen Aufbau mit einem Adsorptionsmittel  
10 als Wasserspeicher ist.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen vorteilhafte Ausgestaltungsformen, wie das Wasserreservoir 8, in dem die Sorptionsmittelkartusche angeordnet ist, mit der erforderlichen Temperatur beaufschlagt werden kann. In Figur 2 ist im Unterschied zu Figur 1  
15 noch ein zusätzliches Heizelement 14 am Wasserreservoir 8 angeordnet, durch das grundsätzlich durch Einbringen von elektrischer Energie eine Wärmegrundversorgung für das Wasserreservoir 8 gewährleistet werden kann. Alternativ oder zusätzlich zur Heizmethode nach Figur 2 ist in Figur 3 eine Wärmeversorgung des Wasserreservoirs 8 durch Einleiten des Prozessgases vorgesehen. Hierbei ist eine Abzweigung 20 in der Prozessgasauslassleitung 18 vorgesehen. Das heiße Prozessgas,  
20 das in Figur 3 zwischen dem thermisch isolierten Raum 4 und dem Wärmetauscher 22 abgeleitet wird, strömt gegebenenfalls durch einen Kühler 30 und durch ein Drosselventil 32 gedrosselt in das Wasserreservoir 8, erwärmt das Adsorptionsmittel in der Adsorptionsmittelkartusche 10 und wird durch eine Ableitung 34 aus dem Wasserreservoirbehälter 8 wieder ausgeleitet.  
25 30 Die Temperatur des Sorptionsmittels kann hierbei durch das Drosselventil 32 und die Menge des einströmenden Heißgases beeinflusst werden.

Alternativ kann, wie in Figur 4 dargestellt, die Abzweigung  
35 20 bezüglich des Prozessgasaustritts hinter dem Wärmetauscher angeordnet sein. In dieser Form weist das bereits abgekühlte Prozessgas eine niedrigere Temperatur auf und kann gegebenenfalls direkt in das Wasserreservoir 8 eingeleitet werden.

Die Desorptionstemperatur, also die Temperatur des Desorptionsmittels und damit die Temperatur des austretenden Wassers, liegt grundsätzlich technisch sinnvoll in einem Bereich zwischen 20°C und 500°C. Besonders vorteilhaft liegt die Desorptionstemperatur jedoch in einem Temperaturbereich zwischen 90°C und 190°C. Dabei ist es zweckmäßig, wenn eine Adsorptionsisotherme des porösen Sorptionsmittels für Wasser als Adsorbat so verläuft, dass bei der Desorptionstemperatur der absolute Wasserdampf-Partialdruck mindestens 1000 hPa beträgt (1 bar). Die Adsorptionsisothermen bei Adsorptionstemperatur, also vor dem Einbau in den Wasserreservoirbehälter 8, und bei Desorptionstemperatur, also im Betrieb beim Freisetzen des Wassers, sollte so liegen, dass hinreichend viel Wasser pro eingesetzter Masse des Adsorbers nutzbar ist. Dies ist gewährleistet, wenn die Sorptionsisothermen so verlaufen, wie sie in den Figuren 5 (für Silikagel als Beispiel für ein Adsorptionsmittel) und Figur 6 (modifizierte Aktivkohle) verlaufen. Hierbei beschreibt die Kurve mit dem Bezugszeichen 36 jeweils die Adsorptionsisotherme bei niedrigen Temperaturen, typischerweise 10°C bis 40°C, und die Adsorptionsisothermen mit dem Bezugszeichen 38, die bei hohen Temperaturen (typischerweise zwischen 90°C und 190°C) liegen.

Der Abstand 80 zwischen den Adsorptionsisothermen bei ca. 1100 hPa stellt hierbei einen üblicherweise gut nutzbaren Bereich für den sorptiven Wasserstoffspeicher dar.

## Patentansprüche

1. Elektrischer Energiespeicher mit einem thermisch isolierten Raum (4), in dem eine oder mehrere elektrochemische Zellen angeordnet sind, wobei der thermisch isolierte Raum (4) eine Wasserzufuhr (6) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserzufuhr (6) über ein Wasserreservoir (8) erfolgt, das ein Sorptionsmittel enthält, in dem Wasser gespeichert ist.
2. Elektrischer Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasserreservoir 8 außerhalb des isolierten Raums (4) angeordnet ist.
3. Elektrischer Energiespeicher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasserreservoir (8) eine austauschbare Sorptionsmittelkartusche (10) umfasst.
4. Elektrischer Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Desorptionstemperatur des Sorptionsmittel zwischen 20°C und 500°C, insbesondere zwischen 90°C und 190°C, liegt.
5. Elektrischer Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wasserpartialdruck (12) des aus dem Sorptionsmittel desorbierten Wassers zwischen 900 hPa und 1200 hPa liegt.
6. Elektrischer Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionmittel ein poröser Feststoff ist.
7. Elektrischer Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionsmittel ein Zeolith, ein Chabasit, eine modifizierte Aktivkohle oder Kieselgel umfasst.

8. Elektrischer Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine elektrische Beheizung (14) des Wasserreservoirs (8) vorgesehen ist.

5 9. Elektrischer Energiespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der thermisch isolierte Raum (4) eine Prozessgaszuführungsleitung (16) und eine Prozessgasauslassleitung (18) aufweist, wobei von der Prozessgaszuführungsleitung (16) und/oder der Prozessgasauslassleitung (10) eine Abzweigung (20) vorgesehen ist, durch die  
10 das Prozessgas zur Beheizung des Wasserreservoirs (8) abzweigbar ist.

FIG 1

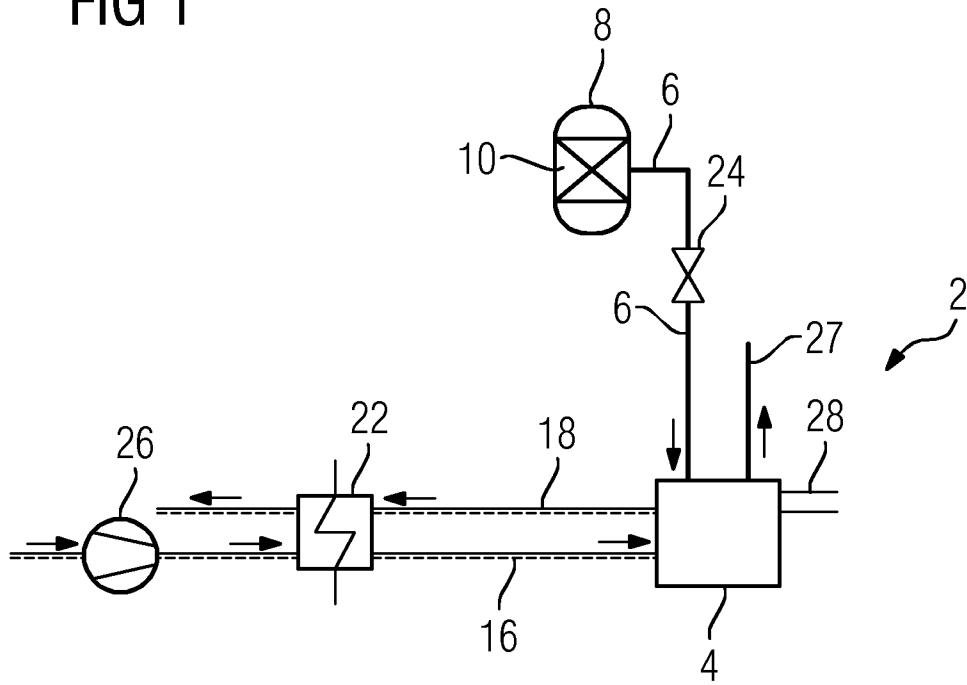


FIG 2

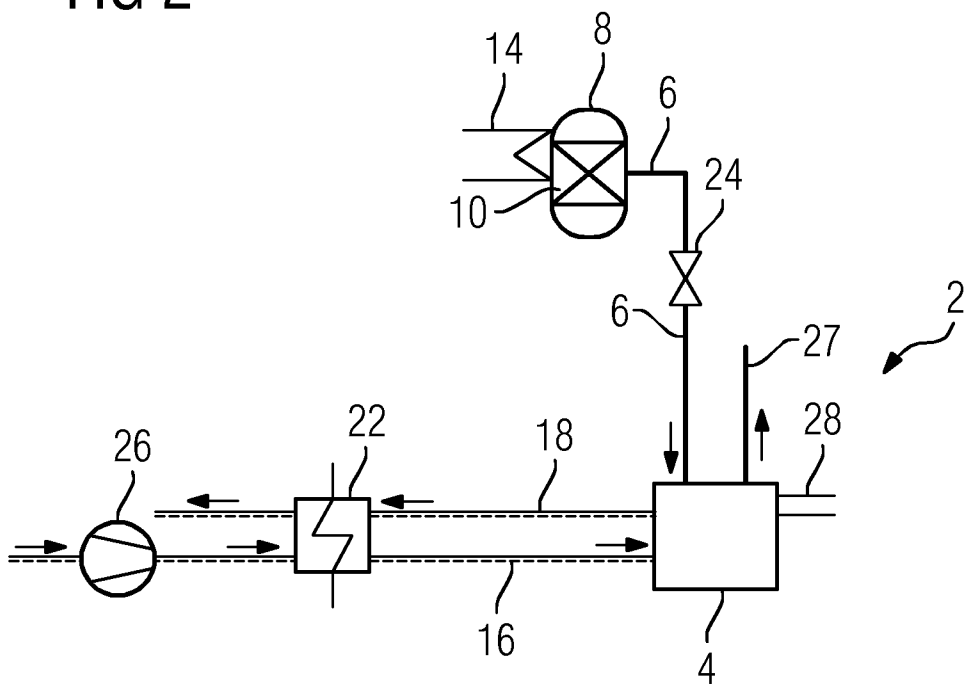


FIG 3

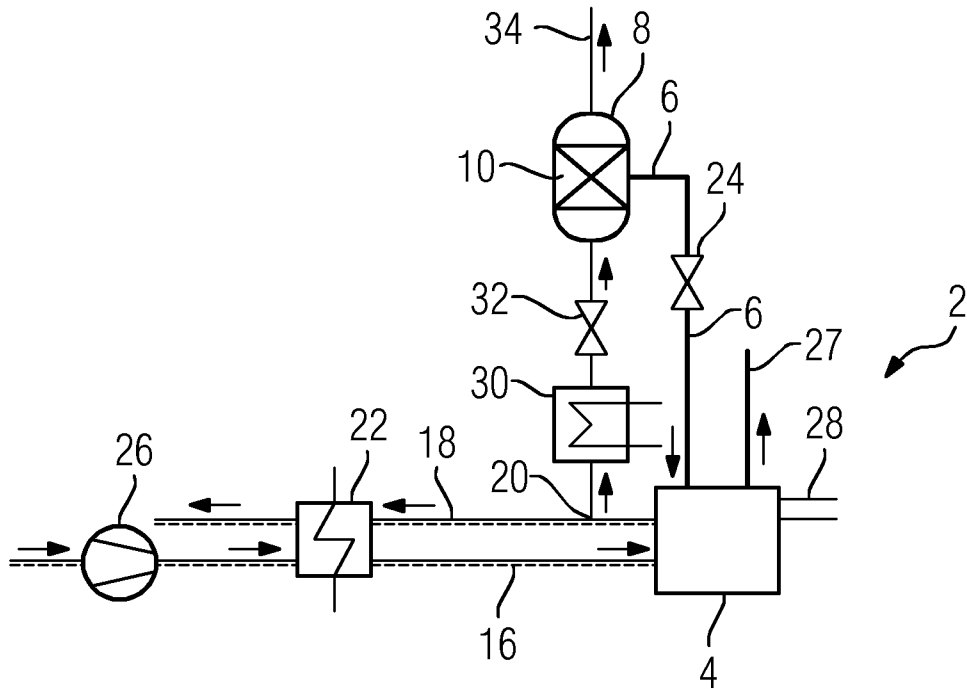


FIG 4

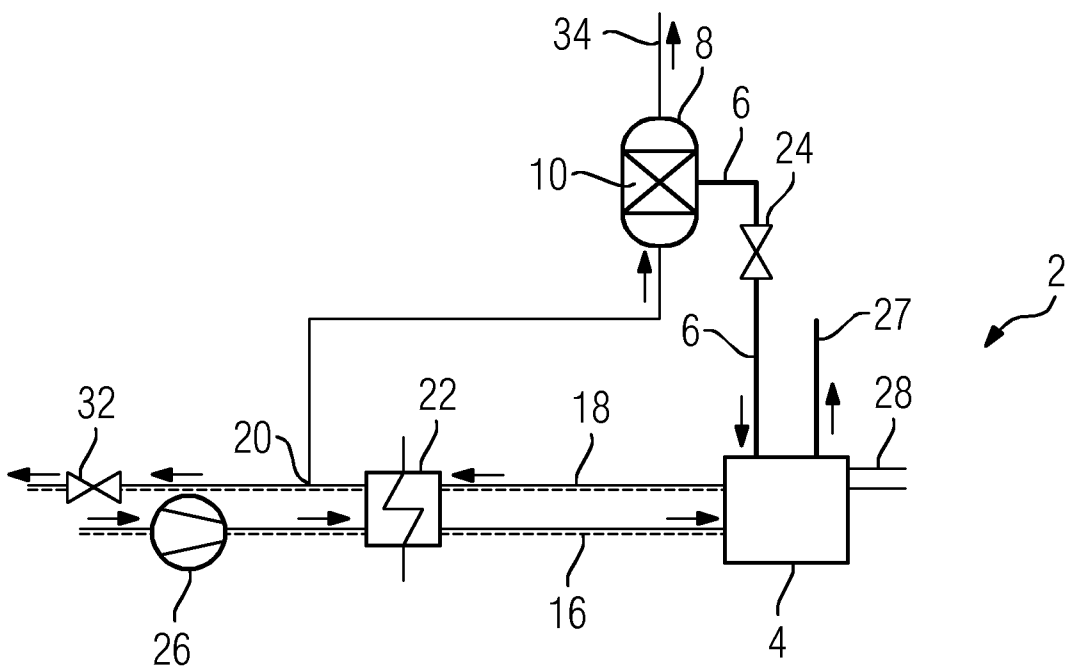


FIG 5

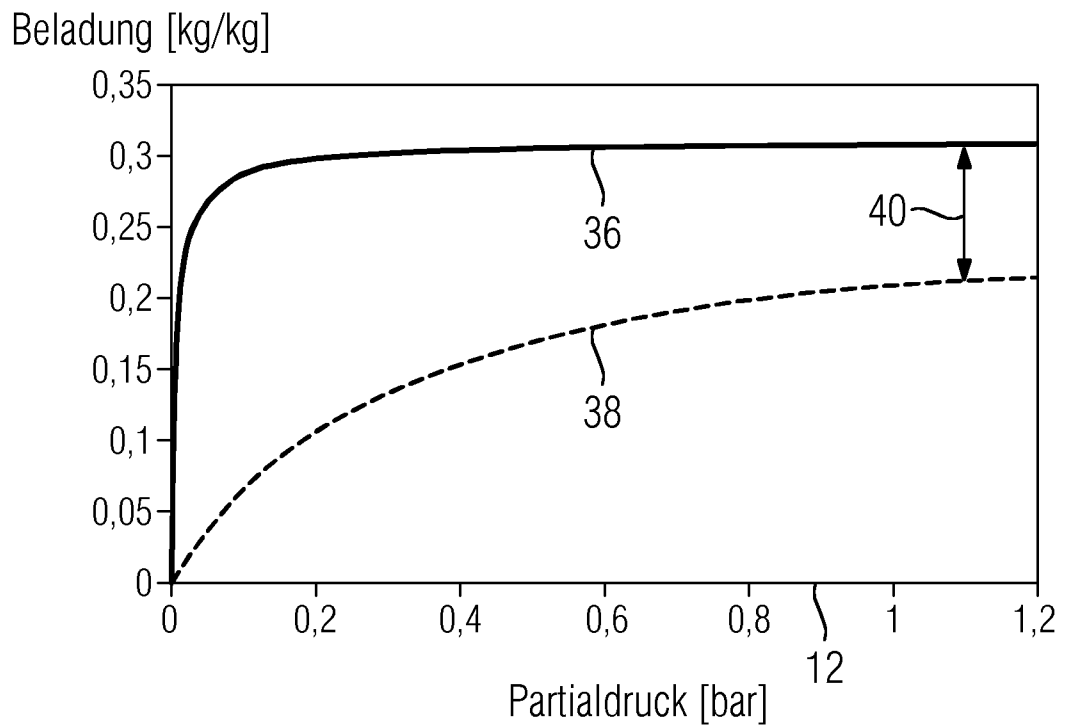


FIG 6

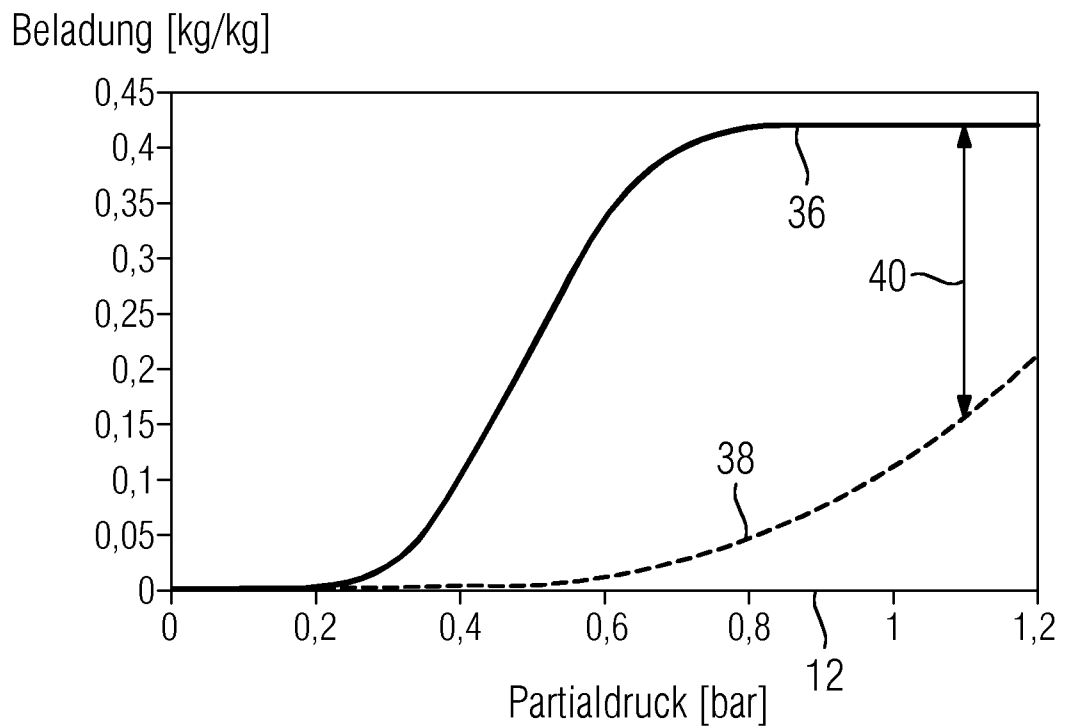
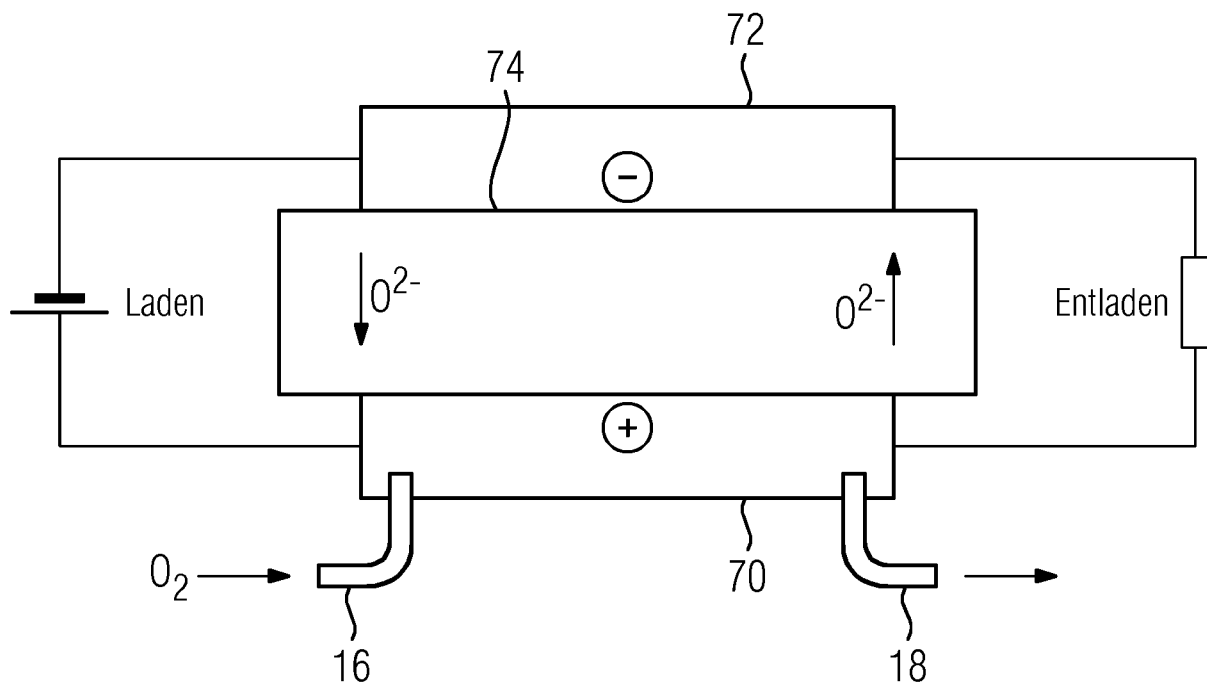


FIG 7



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2012/060032

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. H01M8/02 H01M8/04 H01M8/12  
 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, PAJ

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/107000 A2 (BALLARD POWER SYSTEMS [DE]; BALLARD POWER SYSTEMS [US]; LIMBECK UWE M) 10 November 2005 (2005-11-10)	1-3,6,7
Y	page 11, line 10 - page 13, line 30; claims 1-45; figure 1	4,5,8,9
Y	----- US 2003/015093 A1 (WEGENG ROBERT S [US] ET AL) 23 January 2003 (2003-01-23) paragraph [0003] - paragraph [0006] paragraph [0104] - paragraph [0123]	3-8
Y	----- DE 10 2008 061771 A1 (HARBUSCH VOLKER [DE]) 24 June 2010 (2010-06-24) paragraph [0015] - paragraph [0016] paragraph [0023] - paragraph [0025] paragraph [0035] - paragraph [0050]; claims 1-34	1,3-9
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  3 September 2012	Date of mailing of the international search report  11/09/2012
---	--

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  Wiedemann, Eric
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/060032

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/049504 A1 (WHEAT WILLIAM S [US] ET AL) 13 March 2003 (2003-03-13) paragraph [0030] - paragraph [0035] -----	9
Y	US 2005/164051 A1 (VENKATARAMAN SWAMINATHAN [US] ET AL) 28 July 2005 (2005-07-28) paragraph [0106] - paragraph [0114] -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/060032
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005107000 A2	10-11-2005	EP 1749325 A2 JP 2007535098 A WO 2005107000 A2	07-02-2007 29-11-2007 10-11-2005
-----			
US 2003015093 A1	23-01-2003	US 2003015093 A1 US 2004069144 A1	23-01-2003 15-04-2004
-----			
DE 102008061771 A1	24-06-2010	DE 102008061771 A1 EP 2374179 A1 US 2011294024 A1 WO 2010066900 A1	24-06-2010 12-10-2011 01-12-2011 17-06-2010
-----			
US 2003049504 A1	13-03-2003	AU 2002366431 A1 CN 1552107 A DE 10297174 B4 DE 10297174 T5 JP 2005518641 A US 2003049504 A1 US 2004166388 A1 WO 03071615 A2	09-09-2003 01-12-2004 29-01-2009 12-08-2004 23-06-2005 13-03-2003 26-08-2004 28-08-2003
-----			
US 2005164051 A1	28-07-2005	EP 1754270 A2 US 2005164051 A1 US 2008311445 A1 US 2010203417 A1 US 2011189567 A1 WO 2005069776 A2	21-02-2007 28-07-2005 18-12-2008 12-08-2010 04-08-2011 04-08-2005
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2012/060032

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. H01M8/02 H01M8/04 H01M8/12  
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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/107000 A2 (BALLARD POWER SYSTEMS [DE]; BALLARD POWER SYSTEMS [US]; LIMBECK UWE M) 10. November 2005 (2005-11-10)	1-3,6,7
Y	Seite 11, Zeile 10 - Seite 13, Zeile 30; Ansprüche 1-45; Abbildung 1	4,5,8,9
Y	US 2003/015093 A1 (WEGENG ROBERT S [US] ET AL) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Absatz [0003] - Absatz [0006] Absatz [0104] - Absatz [0123]	3-8
Y	DE 10 2008 061771 A1 (HARBUSCH VOLKER [DE]) 24. Juni 2010 (2010-06-24) Absatz [0015] - Absatz [0016] Absatz [0023] - Absatz [0025] Absatz [0035] - Absatz [0050]; Ansprüche 1-34	1,3-9
	----- -/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. September 2012	11/09/2012

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  Wiedemann, Eric
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2003/049504 A1 (WHEAT WILLIAM S [US] ET AL) 13. März 2003 (2003-03-13) Absatz [0030] - Absatz [0035] -----	9
Y	US 2005/164051 A1 (VENKATARAMAN SWAMINATHAN [US] ET AL) 28. Juli 2005 (2005-07-28) Absatz [0106] - Absatz [0114] -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060032

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005107000 A2	10-11-2005	EP 1749325 A2	07-02-2007
		JP 2007535098 A	29-11-2007
		WO 2005107000 A2	10-11-2005
-----			
US 2003015093 A1	23-01-2003	US 2003015093 A1	23-01-2003
		US 2004069144 A1	15-04-2004
-----			
DE 102008061771 A1	24-06-2010	DE 102008061771 A1	24-06-2010
		EP 2374179 A1	12-10-2011
		US 2011294024 A1	01-12-2011
		WO 2010066900 A1	17-06-2010
-----			
US 2003049504 A1	13-03-2003	AU 2002366431 A1	09-09-2003
		CN 1552107 A	01-12-2004
		DE 10297174 B4	29-01-2009
		DE 10297174 T5	12-08-2004
		JP 2005518641 A	23-06-2005
		US 2003049504 A1	13-03-2003
		US 2004166388 A1	26-08-2004
		WO 03071615 A2	28-08-2003
-----			
US 2005164051 A1	28-07-2005	EP 1754270 A2	21-02-2007
		US 2005164051 A1	28-07-2005
		US 2008311445 A1	18-12-2008
		US 2010203417 A1	12-08-2010
		US 2011189567 A1	04-08-2011
		WO 2005069776 A2	04-08-2005
-----			