

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 714 932 A1

(51) Int. Cl.: H01M 8/06 (2016.01)
H01M 8/04082 (2016.01)
C25C 3/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00534/18

(71) Anmelder:
Anija Muuksi Engineering MO,
Roosikrantsi 2 TN 2 – K030
10119 Tallin (EE)

(22) Anmeldedatum: 26.04.2018

(72) Erfinder:
Ulrich Bech, 3762 Mosta (MT)

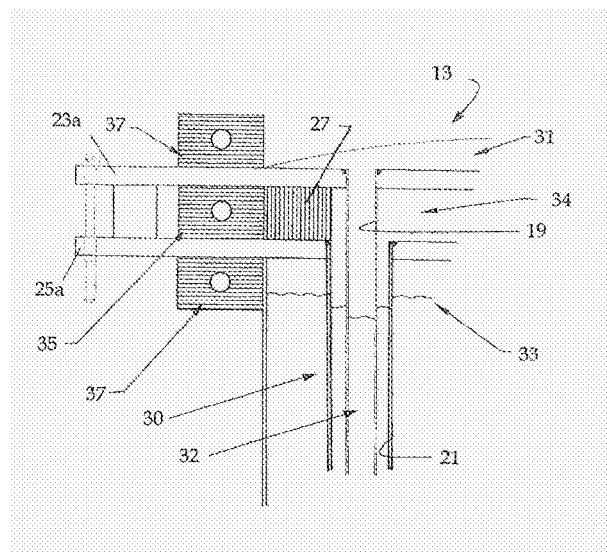
(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.10.2019

(74) Vertreter:
Riederer Hasler & Partner Patentanwälte AG,
Kappelestrasse 15
9492 Eschen (LI)

(54) Verfahren zum Aufladen und Entladen von elektrochemisch gespeicherter Energie.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufladen und Entladen von elektrochemisch gespeicherter Energie, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- Aufladen einer ersten Reaktorzone (13) durch Anlegen einer elektrischen Gleichspannung, indem eine Elektrolyse von entwässerten (kalzinierten) geschmolzenen Laugen, insbesondere von Alkali-Metall-Laugen, an einem Ort, an dem ein Überschuss von elektrischem Strom vorhanden ist, vorgenommen wird,
- wobei die erste Reaktorzone (13) einen ersten Anodenraum (32) und einen ersten Kathodenraum (30) umfasst,
- Entnahme des bei der Elektrolyse entstandenen festen oder flüssigen, metallischen Produktes,
- Transport des bei der Elektrolyse entstandenen festen oder flüssigen metallischen Produktes an einen Ort, an dem ein elektrischer Strom benötigt wird und an dem eine zweite Reaktorzone vorhanden ist, umfassend einen zweiten Anodenraum und einen zweiten Kathodenraum,
- Befüllen des zweiten Anodenraumes mit dem Produkt,
- Entladen der zweiten Reaktorzone, indem das Produkt durch eine Membran mit einem flüssigen, wässrigen Elektrolyten in Kontakt gebracht wird, um wieder Lauge und elektrischen Strom, zu erzeugen und
- Abziehen des an der Kathode entstehenden Wasserstoffs.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufladen und Entladen von elektrochemisch gespeicherter Energie gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand, der Technik ist der Vanadium-Redox-Akkumulator (Vanadium-Redox-Flussbatterie, VRFB) bekannt. Er gehört wie alle Akkumulatoren zu den wiederaufladbaren Energiespeichern, Er ist ein Typ eines Flussakkumulators, der in beiden Elektrolyten Vanadiumverbindungen in wässrigen Lösungen nutzt, Dadurch wird das Problem einer gegenseitigen Verunreinigung infolge von der Diffusion von Ionen durch die Membran verhindert.

[0003] Wie bei allen Flussbatterien ist ein Hauptvorteil des Vanadium-Redox-Akkumulators (Vanadium-Redox-Flussbatterie, VRFB), dass Leistung und Energie im Gegensatz zu gewöhnlichen Sekundärzellen voneinander unabhängig sind. Durch modularen Aufbau wird die Konstruktion einer Batterie beliebig hoher Leistung und Kapazität ermöglicht Die Leistung ist v.a. durch die Elektrodenfläche und die Speicherkapazität durch die Elektrolytmenge regulierbar. Auch ist eine Tiefentladung problemlos. So kann der VRFB-Akkumulator lange Zeit komplett entladen sein, ohne dass es dabei zu nennenswerten Alterungseffekten kommt Jedoch besitzt er eine vergleichsweise geringe Energiedichte von ca. 15 Wh/l bis 25 Wh/l Elektrolytflüssigkeit und das Metall Vanadium steht nur begrenzt zur Verfügung.

[0004] Die momentan erhältlichen kommerziellen VRFB werden ausschliesslich stationär verwendet, insbesondere in den Bereichen der regenerativen Energiequellen für die Abdeckung von Spitzenlast und als Lastausgleich, ausserdem im Bereich unterbrechungsfreier Stromversorgungen.

Aufgabe der Erfindung

[0005] Aus den Nachteilen des beschriebenen Stands der Technik resultiert die die vorliegende Erfindung initiiierende Aufgabe ein gattungsgemässes Lade- und Entladeverfahren weiterzuentwickeln, bei welchem eine Ladung und eine Entladung an verschiedenen Orten möglich ist und mit Metallen durchgeführt wird, welche in grossen Mengen zur Verfügung stehen.

Beschreibung

[0006] Das Verfahren zum Aufladen der elektrochemisch gespeicherten Energie erfolgt in dem folgenden Schritt; Aufladen einer ersten Reaktorzelle durch Anlegen einer elektrischen Gleichspannung, indem eine Elektrolyse von entwässerten (kalzinierten) geschmolzenen Laugen, insbesondere von Alkali-Metall-Laugen, an einem Ort, an dem ein Überschuss von elektrischem Strom vorhanden ist, vorgenommen wird, wobei die erste Reaktorzelle einen ersten Anodenraum und einen ersten Kathodenraum umfasst.

[0007] Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt bei dem Verfahren durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Entnahme des bei der Elektrolyse entstandenen festen oder flüssigen metallischen Produktes,
- Transport des bei der Elektrolyse entstandenen festen oder flüssigen metallischen Produktes an einen Ort, an dem elektrischer Strom benötigt wird und an dem eine zweite Reaktorzelle vorhanden ist, umfassend einen zweiten Anodenraum und einen zweiten Kathodenraum.
- Befüllen des zweiten Anodenraumes mit dem Produkt.
- Entladen der zweiten Reaktorzelle, indem das Produkt durch eine. Membran mit einem flüssigen wässrigen Elektrolyten in Kontakt gebracht wird, um wieder Lauge und elektrischen Strom zu erzeugen.
- Abziehen des an der Kathode entstehenden Wasserstoffs.

[0008] Die Möglichkeit der Speicherung von elektrochemischer Energie in einem metallischen Produkt, ermöglicht es, dass der Entladeort von dem Aufladeort getrennt sein kann und ermöglicht es, dass das metallische Produkt, bevorzugt Natrium, vom Aufladeort zum. Entladeort transportiert wird, Dadurch kann elektrischer Gleichstrom durch eine Elektrolyse zu Herstellung des metallischen Produktes direkt an einem Ort genutzt werden, wo der elektrische Gleichstrom erzeugt wird. Das hergestellte Metall lässt sich mit geringem Aufwand zu einem Ort transportieren, wo elektrischer Gleichstrom benötigt wird. Auch lässt sich die elektrochemisch gespeicherte Energie in dem Metall gut und einfach bis zur Entladung Zwischenlagern. Im Vergleich zu aufladbaren Akkumulatoren ist die Speicherung in dem Metall viel kostengünstiger und braucht viel weniger Platz.

[0009] Mit Vorteil ist die Lauge zur Elektrolyse des Produktes in dem ersten Anodenraum wasserfrei und geschmolzen. Dadurch lässt sich das Metall in welchem die elektrochemische Energie gespeichert wird, durch Elektrolyse herstellen. Na⁺ und OH⁻-Ionen liegen in der geschmolzenen Lauge vollständig dissoziiert vor und dadurch lässt sich eine hohe Ausbeute von metallischem Natrium erzielen.

[0010] Die Erfindung zeichnet sich bevorzugt dadurch aus, dass das entstehende Produkt in. der ersten Reaktorzelle auf der kalzinierten Lauge aufschwimmt. Dadurch ist das entstandene Alkali-Metall besonders leicht aus der ersten Reaktorzelle zu entfernen bzw. zu ernten.

[0011] Bevorzugt ist es, wenn das Produkt im flüssigen Zustand bei über 100 °C in eine Transportvorrichtung übergeführt wird und in der Transportvorrichtung unter 10 °C erstarrt. Das Metall lässt sich durch seinen niedrigen Schmelzpunkt flüssig in die Transportvorrichtung pumpen und lässt sich im erstarrten Zustand relativ gefahrlos transportieren. Die Eigenschaften des gewählten Metalls ermöglichen daher einen einfachen und gefahrlosen Transport an den Ort an dem elektrischer Gleichstrom benötigt wird.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Produkt Natrium. Natrium ist ein sehr weit verbreitetes Metall und hat einen für Metalle besonders niedrigen Schmelzpunkt von ca. 97 °C bei Atmosphärendruck/ welcher den Transport, wie oben beschrieben, vereinfacht. Auch lässt es sich einfach aus Natriumhydroxid, wie oben beschrieben, herstellen.

[0013] Als zweckdienlich hat es sich erwiesen, wenn das erstarrte Produkt in der Transportvorrichtung mit einem inerten Gas, insbesondere Stickstoff, beaufschlagt wird. Dadurch ist das erstarrte Metall von der Umgebung abgeschirmt und ein gefahrloser Transport kann gewährleistet werden.

[0014] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Produkt im flüssigen Zustand in die zweite Reaktorzelle übergeführt und in der zweiten Reaktorzelle wird das elektrochemische Potential freigesetzt indem Metall-Kationen, insbesondere Natrium-Kationen, durch eine Membran von dem zweiten Anodenraum in den zweiten Kathodenraum diffundieren und eine wässrige Lauge (Elektrolyt) in dem zweiten Kathodenraum, mit den Metall-Kationen angereichert wird. Durch diese Verfahrensführung und die beteiligten Reaktanden lässt sich elektrischer Gleichstrom aus der in dem Natrium elektrochemisch gespeicherten Energie erzeugen.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entsteht bei der elektrochemischen Reaktion in der zweiten Reaktorzelle ein elektrischer Gleichstrom und/oder Wasserstoff, Der Wasserstoff kann als Energieträger für den Antrieb von Motoren oder in der chemischen Industrie weiter verwendet werden. Der elektrische Gleichstrom kann von der zweiten Reaktorzelle direkt an dem Ort abgenommen werden, an dem er benötigt wird.

[0016] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn für das Aufladen der ersten Reaktor-Zelle Gleichstrom mit einer möglichst gleichmässigen Spannung verwendet wird. Dadurch kann die Leistungsausbeute optimiert werden. Es ist aber auch möglich, die erste Reaktorzelle mit schwankender Gleichspannung, wie sie üblicherweise von Solarzellen bereitgestellt wird, zu betreiben.

[0017] Zweckmässigerweise stammt der Gleichstrom aus Solarzellen und durch elektronische Schaltungen wird eine möglichst gleichmässige Spannung zur Aufladung der ersten Reaktorzelle bereitgestellt.

[0018] Die Erfindung zeichnet sich auch bevorzugt dadurch aus, dass an dem Ort an dem elektrischer Strom benötigt wird, die zweite Reaktor-Zelle bei Strombedarf aktiviert wird und der bei der Entladung der zweiten Reaktorzelle geerntete Gleichstrom einmalig in Wechselstrom umgewandelt wird oder in Batterien gespeichert wird. Die Herstellung des elektrischen Gleichstroms in der zweiten Reaktorzelle ist äusserst flexibel, da dieser jederzeit bei Bedarf herstellbar ist und keine Vorlaufzeiten bis Gleichstrom produziert wird vorhanden sind.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Membran eine Schlauchmembran, welche in dem wässrigen Elektrolyten schwimmt, wobei der zweite Anodenraum innerhalb der Schlauchmembran vorgesehen ist. Die Schlauchmembran ermöglicht es, dass das flüssige Natrium einem geschlossenen Raum mit einer möglichst grossen Austauschoberfläche zu dem Elektrolyten aufgegeben werden kann.

[0020] Zweckmässigerweise ist die Schlauchmembran faserverstärkt, wodurch diese druckbeaufschlagbar ist ohne zu bersten.

[0021] Als vorteilhaft für den Fluss der Natrium-Ionen in den Elektrolyten erweist es sich, wenn in dem zweiten Anodenraum und dem zweiten Kathodenraum unterschiedliche Drücke beaufschlagt werden. Der höhere Druck in der Schlauchmembran kann beispielsweise durch Einpressen eines Inertgases in die Schlauchmembran erfolgen.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird durch die Wahl der Verfahrensparameter Druck und Temperatur die Menge an Wasserstoff und Gleichstrom in der zweiten Reaktorzelle gesteuert Die Temperaturregelung kann durch Kühlungen an der zweiten Reaktorzelle realisiert sein, Die Druckregelung kann, durch Druckbeaufschlagung der Schlauchmembran mit einem Inertgas erfolgen. Durch die Wahl der Verfahrensparameter kann geregelt werden, ob die Wasserstoff Produktion oder die Produktion von elektrischem Gleichstrom gesteigert werden soll.

[0023] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Bezugnahme auf die schematischen Darstellungen. Es zeigen in nicht massstabsgetreuer Darstellung:

Fig. 1: eine Draufsicht auf einen Rohrreaktor mit einer Mehrzahl von Rohren, welche als Anode oder Kathode wirken können,

Fig. 2: eine Schnittdarstellung des Rohrreaktors entlang der Schnittebene II-II;

Fig. 3: Detailansicht des Rohrreaktors aus Fig. 1, wenn er als eine erste Reaktorzelle verwendet wird und

Fig. 4: Detailansicht des Rohrreaktors, wenn er als eine zweite Reaktorzelle verwendet wird.

[0024] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufladen und Entladen von elektrochemisch gespeicherter Energie an zwei unterschiedlichen Standorten. Das Aufladen bzw. das Entladen erfolgt in einem Rohrreaktor 11. Zum Aufladen wird der Rohrreaktor als eine erste Reaktorzelle 13 verwendet, welche erste Reaktorzelle 13 an das Aufladeverfahren adaptiert ist (Fig. 3), Zum Entladen wird der Rohrreaktor als eine zweite Reaktorzelle 15 verwendet, welche zweite Reaktorzelle 15 an das Entladeverfahren adaptiert ist (Fig. 4).

[0025] Der Rohrreaktor 11 ist ein elektrochemischer Reaktor, welcher mit unterschiedlichen Elektrolyten gefüllt sein kann. In den Elektrolyt taucht eine Mehrzahl von Rohrbündeln 17 ein. Ein Rohrbündel 17 umfasst ein Innenrohr 19 und ein Aussenrohr 21. Die Innenrohre 19 und die Aussenrohre 21 stecken jeweils in einem ersten und einem dritten Rohrboden 23a, 23b bzw. einem zweiten Rohrboden 25a und einem vierten Rohrboden 25b. Die Innenrohre 19 können als Anode oder als Katode geschaltet sein, da sie durch die Rohrböden 23a, 23b voneinander isoliert sind. Zwischen dem ersten Rohrboden 23a und dem zweiten Rohrboden 25a und dem dritten Rohrboden 23b und dem vierten Rohrboden 25b sind eine erste und eine zweite Planschdichtung 27,29 angeordnet, welche zwischen den entsprechenden Rohrböden 23a, 25a, bzw. 23b, 25b durch Verspannen der Rohrböden dichtend wirken. Die Flanschdichtungen 27,29 wirken zwischen den Rohrböden elektrisch isolierend und gasdichtend.

[0026] Am vierten Rohrboden 25b kann ein Heizelement angeordnet sein, um die Elektrolyttemperatur einzustellen oder die elektrochemischen Reaktion zu starten und zu steuern. Am vierten Boden 25b kann auch eine Umlaufvorrichtung, insbesondere eine Umwälzpumpe, vorgesehen sein, um den Elektrolyten umwälzen, zu können.

[0027] Zum Aufladen von elektrochemisch gespeicherter Energie wird der oben beschriebene Rohrreaktor als erste Reaktorzelle 13 genutzt (Fig. 3). Die Innenrohre 19 dienen als Anoden. Der Raum, welcher die Aussenrohre 21 umgibt kann als Anodenraum 30 erachtet werden. Die erste Reaktorzelle 13 ist mit einer flüssigen kalzinierten, (wasserfreien) Lauge als Elektrolyt gefüllt. Durch Anlegen einer elektrischen Gleichspannung entsteht durch die Rekombination von OH-Ionen aus der Lauge Sauerstoff und Wasserdampf. Diese Gase können durch den Dampfdom 31 entweichen.

[0028] Die Aussenrohre 2.1 sind bevorzugt aus keramischem Material hergestellt. Die Aussenröhre 21 sind im Bereich des zweiten und des vierten Rohrbodens 25a,25b durchbrochen. Dadurch ist eine Verbindung mit der Aussenwand der ersten Reaktorzelle 13 ermöglicht welche den Austausch zwischen dem ersten Kathodenraum 30 und dem ersten Anodenraum. 32 sicherstellt. Als erster Anodenraum 32 kann der Raum innerhalb der Innenrohre 19 erachtet werden. An der Aussenwand entsteht metallisches Natrium, in Tropfenform. Das Natrium schwimmt auf der geschmolzenen Natronlauge auf, da es ein geringeres spezifisches Gewicht als die Natronlauge besitzt. Das flüssige Natrium, kann an dem ersten Ausgang 34 geerntet bzw. abgesaugt werden, welcher erste Ausgang 34 zwischen dem ersten Rohrboden 23a und dem zweiten Rohrboden 25a gebildet ist. Das geschmolzene Natrium hat eine Temperatur von ca. 300 °C Die Natronlauge liegt vollständig dissoziiert als Na⁺ und OH-Ionen vor, da es sich bei der wasserfreien Natronlauge um eine Flüssigkeit handelt in der sich die Ionen zwangsläufig bilden.

[0029] Der Elektrolyt-Umlauf erfolgt zwischen dem Innenrohr 19 und dem Aussenrohr 21 mit einem Überstrom nach innen durch Durchbrüche an dem Innenrohr 19 und dem Aussenrohr 21 im Bereich des zweiten und vierten Rohrbodens 25a,25b. Am vierten Rohrboden 25b wird der abgereicherte Elektrolyt abgepumpt und mit dem Elektrolyt vermischt, welcher sich, ausserhalb der Aussenrohre 21 in der ersten Reaktorzelle 13 befindet. An der Aussenwand der ersten Reaktorzelle 13 gibt der Elektrolyt wieder seinen Natrium-Überschuss ab.

[0030] Das Elektrolytniveau 33 ist im Innenrohr 19, im Aussenrohr 21 und Ausserhalb des Aussenrohres gezeigt. Der Rohrreaktor 11 kann mit einer Innenkühlung 35 und einer Aussenkühlung 37 gekühlt werden, um die Elektrolyse thermisch regulieren zu können.

[0031] Das in der ersten Reaktorzelle erzeugte metallische Natrium wird im flüssigen Zustand bei über 100 °C in eine Transportvorrichtung/ beispielsweise in einen Tankwagen, übergeführt. In der Transportvorrichtung kühlt sich das reine Natrium ab und erstarrt Während des Transports wird das Natrium aus Sicherheitsgründen mit einem inerten Gas, beispielsweise Stickstoff überlagert. Das Natrium kann auch zwischengelagert werden, wobei die elektrochemisch gespeicherte Energie in dem Natrium zwischengespeichert werden kann bis zur Entladung in der zweiten Reaktorzelle 15.

[0032] Das Natrium wird an einen Ort transportiert an dem elektrischer Strom benötigt wird. An diesem Ort ist die zweite Reaktorzelle 15 positioniert In der zweiten Reaktorzelle 15 erfolgt die Entladung der elektrochemisch gespeicherten Energie, welche im flüssigen Natrium enthalten ist.

[0033] Die zweite Reaktorzelle 15 wird mit flüssigem Natrium befüllt. In der zweiten Reaktorzelle 15 befindet sich auch eine wässrige Natronlauge als Elektrolyt. Das flüssige Natrium muss von der Natronlauge ferngehalten werden, damit das elektrische Potential entstehen kann. Das flüssige Natrium wird daher in eine Schlauchmembrane 39 gefüllt, welche die Diffusion von Natrium-Ionen in die Natronlauge erlaubt nicht jedoch die Diffusion von metallischem Natrium. Die Schlauchmembran 39 verhindert zudem, dass Wasser aus der Lauge in die Schlauchmembran 39 eindringt, in welcher sich das Natrium befindet. Die Natrium-Ionen entstehen in der Membran und diffundieren durch diese. Der Raum in der Schlauchmembran 39 wird als zweiter Anodenraum 40 erachtet Ausserhalb der Schlauchmembran ist der zweite Kathodenraumraum 44 definiert. Die Natrium-Ionen reagieren mit den H⁺-Kationen und den OH⁻-Anionen der wässrigen Lauge

zu Wasserstoff und NaOH. Gleichzeitig muss Wasser-Dampf in einem Dampf-Diffusor 41 aufgegeben werden, um H⁺-Ionen bereitzustellen. Der Dampf-Diffusor 41 ist in dem Innenrohr 19 angeordnet. Dabei entsteht in dem Innenrohr 19 aus $4OH^- + 6H^+ \rightarrow 4H_2O + H_2$. Diese Reaktion erfolgt im Umlauf des Elektrolyten entlang des Innenrohrs 19. Der entstehende Wasserstoff kann zwischen dem ersten Rohrboden 23a und dem zweiten Rohrboden 25a gesammelt werden und durch den zweiten Ausgang 42 abgeführt werden. Das Innenrohr 19 und das Aussenrohr 21 besitzen erste und zweite Perforierungen 43,45 durch welche Elektrolyt strömen kann. Die durch die Schlauchmembran diffundierenden Na⁺ Ionen verdrängen die H⁺ Ionen, da Natrium gemäss der Spannungsreihe negativer ist als Wasserstoff, Dadurch wird das Gleichgewicht in obenstehender Reaktion auf die Produktseite verschoben.

[0034] Wie oben beschrieben entsteht bei der elektrochemischen Reaktion in der zweiten Reaktorzelle 15 ein elektrischer Gleichstrom und/oder Wasserstoff. Durch die Wahl der Reaktionsparameter wie Temperatur und Druck lässt sich einstellen, wie viel Gleichstrom und Wasserstoff entsteht. Die elektrochemische Reaktion kann über die Innenkühlung 35 und die Aussenkühlung 37 gesteuert werden. Die Schlauchmembran 39 schwimmt in dem wässrigen Elektrolyten und ist bevorzugt faserverstärkt. Dadurch kann das flüssige Natrium in der Schlauchmembran mit Druck beaufschlagt werden, um die Diffusion der Natrium Ionen zu verbessern. Möglich ist es den Druck in der Schlauchmembran, zu erzeugen, indem oberhalb des Natrium Spiegels ein Inertgas eingeblasen wird. Wie unter der Beschreibung der Fig. 2 bereits ausgeführt ist eine Umwälzung des Elektrolyts mit einer Umlaufpumpe möglich. Der mit Natrium angereicherte Elektrolyt aus der zweiten Reaktorzelle 15 wird durch Aufkochen wieder wasserfrei gemacht. Die nach, der Kalzinierung wasserfreie Natronlauge wird in die erste Reaktorzelle 13 aufgegeben wodurch sich der Kreislauf schliesst.

Legende:

[0035]

- 11 Rohrreaktor
- 13 Erste Reaktorzelle
- 15 Zweite Reaktorzelle
- 17 Rohrbündel
- 19 Innenrohr
- 21 Aussenrohr
- 23a Erster Rohrboden
- 23b Dritter Rohrboden
- 25a Zweiter Rohrboden
- 25b Vierter Rohrboden
- 27 Erste Flanschdichtung
- 29 Zweite Flanschdichtung
- 30 Erster Kathodenraum
- 31 Dampfdom
- 32 Erster Anodenraum
- 33, Elektrolytniveau
- 34 Erster Ausgang
- 35 Innenkühlung
- 37 Aussenkühlung
- 39 Schlauchmembrane
- 40 Zweiter Anodenraum
- 41 Dampf-Diffusor
- 42 Zweiter Ausgang

- 43 Erste Perforierungen
- 44 Zweiter Kathodenraum
- 45 Zweite Perforierungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufladen und Entladen von elektrochemisch gespeicherter Energie umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
 - Aufladen einer ersten Reaktorzelle (13) durch Anlegen einer elektrischen Gleichspannung., indem eine Elektrolyse von entwässerten (kalzinierten) geschmolzenen Laugen, insbesondere von Alkali-Metall-Laugen, an einem Ort, an dem ein Überschuss von elektrischem Strom vorhanden ist, vorgenommen wird,
 - wobei die erste Reaktorzeile (13) einen ersten Anodenraum (32) und einen ersten Kathodenraum (30) umfasst, weiter gekennzeichnet durch
 - Entnahme des bei der Elektrolyse entstandenen festen oder flüssigen metallischen Produktes,
 - Transport des bei der Elektrolyse entstandenen festen oder flüssigen metallischen Produktes an einen Ort, an dem elektrischer Strom benötigt wird und an dem eine zweite Reaktorzelle (15) vorhanden ist, umfassend einen zweiten Anodenraum (44) und einen zweiten Kathodenraum (44),
 - Befüllen des zweiten Anodenraumes (40) mit dem Produkt,
 - Entladen der zweiten Reaktorzelle (15), indem das Produkt durch eine Membran (39) mit einem flüssigen wässrigen Elektrolyten in Kontakt gebracht wird, um wieder Lauge und elektrischen Strom zu erzeugen und
 - Abziehen des an der Kathode entstehenden Wasserstoffs.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lauge zur Elektrolyse des Produktes in dem ersten Anodenraum (32) wasserfrei und geschmolzen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das entstehende Produkt in der ersten Reaktorzelle (13) auf der kalzinierten Lauge aufschwimmt.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt im flüssigen Zustand bei über 100 °C in eine Transportvorrichtung übergeführt wird und in der Transportvorrichtung unter 100 °C erstarrt.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt Natrium ist.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erstarrte Produkt, in der Transportvorrichtung mit einem inerten Gas, insbesondere Stickstoff, beaufschlagt wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt im flüssigen Zustand in die zweite Reaktorzelle (15) übergeführt wird und, in der zweiten Reaktorzelle (15) das elektrochemische Potential, freigesetzt wird, indem Metall-Kationen, insbesondere Natrium-Kationen, durch eine Membran (39) von dem zweiten Anodenraum (40) in den zweiten Kathodenraum (44) diffundieren und eine wässrige Lauge als Elektrolyt in dem zweiten Kathodenraum (44) mit den Metall-Kationen angereichert wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der elektrochemischen Reaktion in der zweiten Reaktorzelle (15) ein elektrischer Gleichstrom und/oder Wasserstoff entsteht.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das Aufladen der ersten Reaktor-Zelle (13) Gleichstrom mit einer möglichst gleichmässigen Spannung verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichstrom aus Solarzellen stammt und durch elektronische Schaltungen eine möglichst gleichmässige Spannung zur Aufladung der ersten Reaktorzelle (13) bereitgestellt wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Ort an dem elektrischer Strom benötigt wird, die zweite Reaktor-Zelle (15) bei Strombedarf aktiviert wird und der bei der Entladung der zweiten Reaktorzelle geerntete Gleichstrom, einmalig in Wechselstrom umgewandelt wird oder in Batterien gespeichert wird.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran eine Schlauchmembran (39) ist, welche in dem wässrigen Elektrolyten schwimmt, wobei der zweite Anodenraum (40) innerhalb der Schlauchmembran (39) vorgesehen ist.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlauchmembran. (39) faserverstärkt ist.
14. Verfahren nach einem, der vorangehenden Ansprüche, dadurch, gekennzeichnet, dass in dem zweiten Anodenraum (40) und. dem zweiten Kathodenraum (44) unterschiedliche Drücke beaufschlagt werden.
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Wahl der Verfahrensparameter Druck und Temperatur die Menge an Wasserstoff und Gleichstrom in der zweiten Reaktorzelle (15) gesteuert wird.

Fig. 1

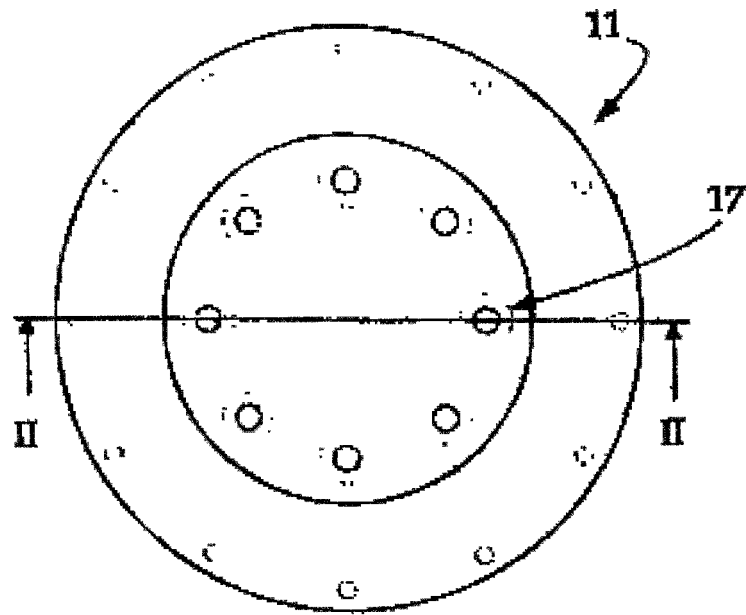
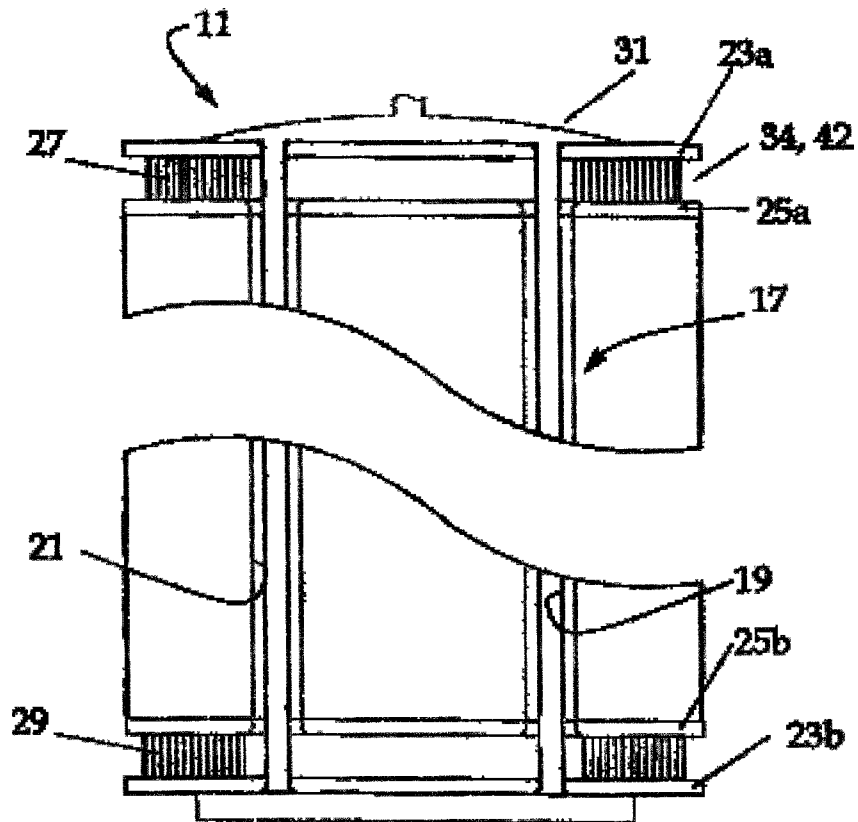


Fig. 2



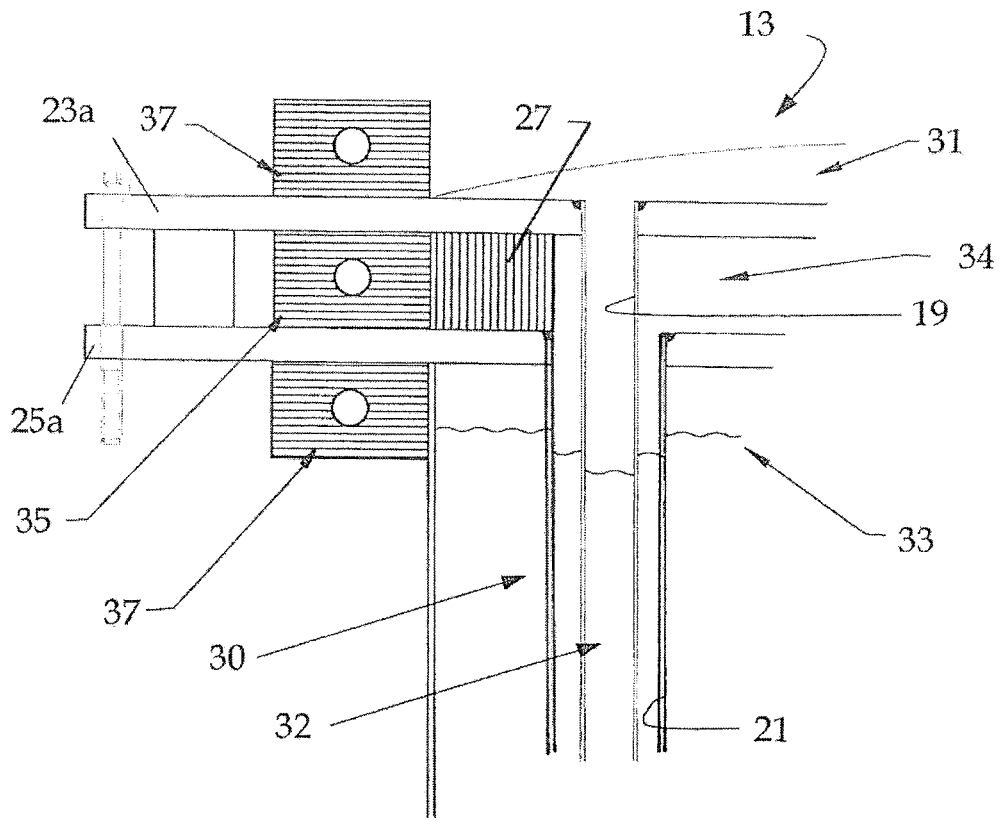


Fig. 3

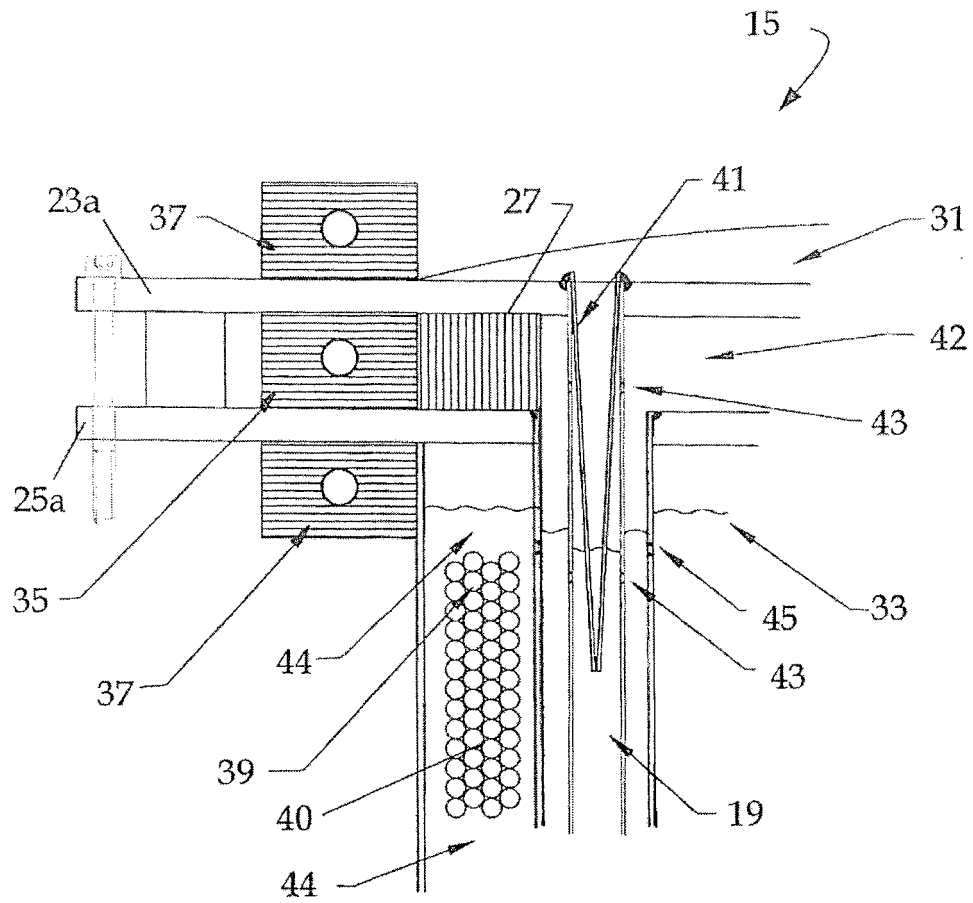


Fig. 4

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		07082-21237	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
5342018		26-04-2018	
Anmeldeland		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
Anija Muuski Engineering MO			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugewiesen hat	
26-07-2018		SN71671	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS <small>(In allen mehreren Klassifikationssymbolen zu, so sind alle anzugeben)</small>			
<small>Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC</small>			
C25C3/02;H01M8/06;H01M8/04082;H01M14/00			
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierter Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem		Klassifikationssymbole	
IPC		H01M;C25C	
<small>Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen</small>			
III. <input type="checkbox"/> KEINE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>			
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>			

Formblatt PCT/ISA 201 s (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 5342615

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C25C3/02 H01M8/06 H01M8/040B2 H01M14/00
 ADD.

Nach der internationalen Federklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERSCHRIEBTE SACHGEBIETE

Recherchiertes Mindestgüterfeld (Klassifikationssystem und Klassifikationsunterfeld)
 H01M C25C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestgüterfeld gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die relevantesten Güterfeld fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 1 491 580 A (BARNARD R) 9. November 1977 (1977-11-09) * Ansprüche 1-3 * * Abbildungen 1-2 * * Seite 1, Zeile 67 - Seite 2, Zeile 50 * -----	1-15
Y	DE 10 2012 022029 A1 (ASTRIUM GMBH [DE]) 15. Mai 2014 (2014-05-15) * Ansprüche 1, 2, 4, B, 10-13, 16 * * Abbildungen 1-2 * * Absätze [0010], [0011], [0016] - [0019], [0029], [0040] * ----- -/--	1-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Field C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere Bedeutung angesehen ist
- *B* offenes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *C* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen in Prioritätsanbahn mit geteilter Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *C* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausübung oder andere Maßnahmen bezieht
- *D* Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien oder der für zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *W* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu (oder auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet) werden
- *V* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit oder über mehrere anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann erkennbar ist
- *X* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Rücklasses der Recherche internationaler Art

1. Oktober 2018

Anmeldedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art

09 OCT 2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchebehörde
 Europäisches Patentamt, P.O. Box 18, Posenhofen 2
 NL - 2200 MY Rijswijk
 Tel: (+31-70) 340-2540
 Fax: (+31-70) 340-3018

Geordneter Sachbearbeiter

Perednis, Dainius

1

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 5342018

2. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Seit. Anspruch Nr.
Y	DE 195 23 939 A1 (SCHAEFER ERNST DR MED [DE]; HEMMER KLAUS DR ING [DE]) 9. Januar 1997 (1997-01-09) * Ansprüche 1-3, 7 * * Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 36 - Spalte 5, Zeile 6 * -----	1-15
Y	DE 10 2014 018491 A1 (FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE]) 16. Juni 2016 (2016-06-16) * Ansprüche 1-3 * * Abbildung 1 * * Absätze [0008], [0017] - [0019], [0032], [0040], [0044] - [0049] * -----	1-15

1

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags zur Recherche

CH 5342018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1491680	A	09-11-1977	KEINE
DE 102012022029 A1	15-05-2014	DE 102012022029 A1	15-05-2014
		EP 2917959 A1	15-09-2015
		WO 2014071919 A1	15-05-2014
DE 19623939	A1	09-01-1997	KEINE
DE 102014018491 A1	16-06-2016	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/2061 (Auswahl Patentfamilie) (Januar 2006)