

(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  
19. Dezember 2024 (19.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2024/255949 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 50/102 (2021.01) H01M 10/64 (2014.01)  
H01M 10/04 (2006.01) H01M 10/6556 (2014.01)  
H01M 10/613 (2014.01) H01M 10/6567 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100426

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Mai 2024 (13.05.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2023 115 208.4  
12. Juni 2023 (12.06.2023) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-  
TIENGESSELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809  
München (DE).

(72) Erfinder: **FARKAS, Attila**; Rathenaustraße 140, 80937  
München (DE). **BUHL, Michael**; Rotwandstr. 10a, 85567  
Grafing (DE). **ERHARD, Simon**; Lindenstr. 9, 82269 Gel-  
tendorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,  
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,  
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,  
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,  
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD,  
SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY,  
KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,  
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

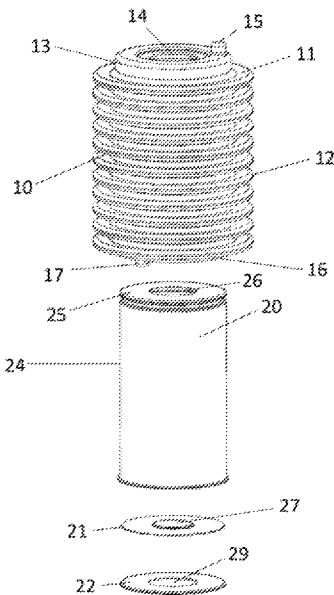
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: ELECTROCHEMICAL STORAGE CELL AND METHOD FOR ADJUSTING A COMPRESSION PRESSURE OF AN ELECTROCHEMICAL STORAGE CELL

(54) Bezeichnung: ELEKTROCHEMISCHE SPEICHERZELLE UND VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINES KOMPRESSIONSDRUCKS EINER ELEKTROCHEMISCHEN SPEICHERZELLE

Figur 1A



(57) Abstract: The invention relates to an electrochemical storage cell comprising a housing (20) having an outer housing casing (24), the outer housing casing (24) having a bellows (10). An electrode stack (40) is arranged in the interior of the housing (20). A first pressure plate (50), which is connected to the outer housing casing (11), is designed to exert a compression pressure on the electrode stack (40) with the aid of elastic deformation of the bellows (10).

(57) Zusammenfassung: Eine elektrochemische Speicherzelle umfasst ein Gehäuse (20) mit einem äußeren Gehäusemantel (24), wobei der äußere Gehäusemantel (24) einen Faltenbalg (10) umfasst. Ein Elektrodenstapel (40) ist in einem Innenraum des Gehäuses (20) angeordnet. Eine erste Druckplatte (50), die mit dem äußeren Gehäusemantel (11) verbunden ist, ist eingerichtet, vermittelt durch eine elastische Verformung des Faltenbalgs (10), einen Kompressionsdruck auf den Elektrodenstapel (40) auszuüben.

WO 2024/255949 A1

## ELEKTROCHEMISCHE SPEICHERZELLE UND VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINES KOMPRESSIONSDRUCKS EINER ELEKTROCHEMISCHEN SPEICHERZELLE

Die folgende Beschreibung betrifft eine elektrochemische Speicherzelle mit einer  
5 federbelasteten Kompressionsvorrichtung zur Kompensation einer Ausdehnung von  
gestapelten elektrochemischen Speicherzellen in Stapelrichtung. Ferner wird ein Verfahren zum  
Einstellen eines Kompressionsdrucks einer elektrochemischen Speicherzelle beschrieben.

### Stand der Technik

10 Festkörperbatterien sind eine besondere Art von Akkumulatoren, bei denen die Elektroden und  
der Elektrolyt aus festem Material bestehen. Feststoffbatterien werden zunehmend als wichtiger  
Baustein für die Elektrifizierung der Mobilität gesehen. Sie gelten als sicherer und ermöglichen  
mehr Reichweite und kürzere Ladezeiten als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus. Des Weiteren  
15 werden vermehrt Lithium-Silizium-Batterien entwickelt, bei denen eine Anode auf Siliziumbasis  
und Lithiumionen als Ladungsträger verwendet werden.

Ein bekanntes Problem in der Batterietechnologie von Speicherzellen wie Feststoffbatterien und  
Lithium-Silizium-Batterien betrifft variable Schichtdicken. Beispielsweise ist in anoden-freien  
20 Feststoffbatterien (anode-free all-solid state battery, ASSB) im entladenen Zustand auf der  
Anodenseite zunächst keine Anode ausgebildet, sondern lediglich ein Stromkollektor  
(beispielsweise eine Kupferfolie) vorhanden. Im geladenen Zustand ist eine Anode in Form von  
reinem Lithium ausgebildet, die von der Kathode (Lithium ist in der Kathode gespeichert)  
während des Ladevorgangs durch einen Separator wandert und sich auf der Kupferfolie  
25 ablagert beziehungsweise ausbildet. Um die Zelle in Betrieb zu nehmen, müssen die  
Elektrodenschichten zusammengepresst werden. Die notwendigen Kräfte liegen im kN-Bereich  
beziehungsweise die Drücke im zweistelligen Bar-Bereich).

Der Stand der Technik bietet Lösungen für diese Probleme. Es bleibt jedoch eine technische  
30 Herausforderung, die einmal eingestellten Kompressionskräfte oder -drücke innerhalb  
bestimmter Grenzen zu halten, insbesondere bei Elektrodenstapeln mit variablen  
Schichtdicken. Wenn beispielsweise die Kräfte in der Zelle für einen geladenen Zustand  
ausgelegt sind, wären die entsprechenden Kräfte in den Zwischenzuständen zwischen  
geladenem und entladene Zustand zu gering. Die Zelle könnte nicht richtig funktionieren.

Wenn die Kräfte in der Zelle für den entladenen Zustand ausgelegt sind, wären die Kompressionskräfte oder -drücke in den Zwischenzuständen zwischen dem geladenen und dem entladenen Zustand zu hoch. Die Zelle könnte platzen.

- 5 Eine konstante Verpressung der Schichten eines Elektrodenstapels kann pneumatisch oder hydraulisch erreicht werden. Dies hat jedoch zur Folge, dass entweder alle Zellen mit einer Druckeinheit oder entsprechende Module mit mehreren Zellen mit je einer Pump- oder Druckeinheit versorgt werden müssen. Dies ist aufwendig und benötigt viel Platz, um zum Beispiel die Ausdehnung einzelner Zellen oder mehrerer Zellen im Modul ausgleichen zu
- 10 können. Hydraulik- oder Pneumatiksysteme müssten kontinuierlich mit Energie versorgt werden, um die Presskräfte auch bei längeren Standzeiten konstant zu halten. Diese Systeme können zu Leckagen neigen, ein Rohrleitungssystem muss mit Öl versorgt werden und belegen wertvollen Bauraum.
- 15 Eine Aufgabe besteht darin, eine elektrochemische Speicherzelle zu spezifizieren, die mit einem leichter einstellbaren und aufrechterhaltbaren Kompressionsdruck betrieben werden kann. Ferner soll ein Verfahren zum Einstellen eines Kompressionsdrucks einer elektrochemischen Speicherzelle angegeben werden.
- 20 Gelöst wird diese Aufgabe durch ein eine elektrochemische Speicherzelle und ein Speicherzellenmodul gemäß den unabhängigen und nebengeordneten Ansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

25 Zusammenfassung

- Im Folgenden wird zugrunde gelegt, dass jedes Merkmal, das in Bezug auf eine beliebige Ausführungsform beschrieben ist, allein oder in Kombination mit anderen hierin beschriebenen Merkmalen verwendet werden kann und in Kombination mit einem oder mehreren Merkmalen
- 30 einer beliebigen anderen Ausführungsform oder in beliebiger Kombination einer beliebigen anderen Ausführungsform verwendet werden kann, sofern dies nicht explizit als Alternative beschrieben ist. Darüber hinaus können Äquivalente und Modifikationen, die nachstehend nicht beschrieben sind, verwendet werden, ohne den Anwendungsbereich der beanspruchten Gegenstände zu verlassen.

Eine elektrochemische Speicherzelle bezeichnet im Folgenden einen Energiespeicher auf elektrochemischer Basis, insbesondere einen wiederaufladbaren Energiespeicher, der geeignet ist, elektrische Energie zu speichern und an einen Verbraucher, beispielsweise einen

5 Verbraucher in einem Fahrzeug, abzugeben. Eine elektrochemische Feststoffzelle ist eine Feststoffbatterie, wie beispielsweise eine Lithium-Ionen-Batterie, so dass sich die nachfolgende Beschreibung auch auf eine Lithium-Ionen-Feststoffbatterie bezieht. Unter einem Feststoff ist ein chemischer Stoff zu verstehen, der bei den üblicherweise in einer elektrochemischen Speicherzelle herrschenden Temperaturen starr ist oder zumindest eine sehr geringe

10 Fließneigung aufweist, wie dies beispielsweise bei Polymeren der Fall sein kann.

Im Folgenden wird der Begriff „Lithiumionen-Batterie“ synonym für alle im Stand der Technik gebräuchlichen Bezeichnungen für Lithium enthaltende galvanische Elemente und elektrochemischen Speicherzellen verwendet, wie beispielsweise Lithium-Batterie, Lithium-

15 Zelle, Lithiumionen-Zelle, Lithium-Polymer-Zelle, Lithiumionen-Batteriezelle und Lithiumionen-Akkumulator. Insbesondere sind aufladbare Batterien, sogenannte Sekundärbatterien, inbegriffen. Auch werden die Begriffe „Batterie“ und „elektrochemische Speicherzelle“ synonym zu den Begriffen „Lithiumionen-Batterie“ und „Lithiumionen-Zelle“ genutzt.

20 Der Begriff „Elektrodenstapel“ bezeichnet eine Abfolge von Schichten oder Folien. In einer elektrochemischen Speicherzelle folgen die Schichten aufeinander. Das bedeutet jedoch nicht, dass die hier angegebenen Schichten direkt aufeinander folgen müssen. Es können vielmehr auch Zwischenschichten vorgesehen sein, wie beispielsweise ein Separator, Isolator, Elektrodenbinder, Beschichtungen und elektrische Leitfähigkeitszusätze, welche auf einen

25 elektrisch leitenden Träger der jeweiligen Elektroden aufgebracht werden können.

Eine elektrochemische Speicherzelle hat typischerweise verschiedene Elektroden, eine positive Elektrode (Kathode) und eine negative Elektrode (Anode), die über Stromabnehmer elektrisch kontaktiert werden können. Jede dieser Elektroden weist zumindest ein Aktivmaterial auf,

30 wahlweise zusammen mit Zusätzen wie Elektrodenbindern und elektrischen Leitfähigkeitszusätzen, welche auf einen elektrisch leitenden Träger (zum Beispiel eine Metallfolie) oder auf einen Stromabnehmer der jeweiligen Elektroden aufgebracht wird. Als elektrisch leitender Träger kommen typischerweise nicht poröse und feste Ableiterfolien aus Aluminium (für die positive Elektrode) oder Kupfer (für die negative Elektrode) zum Einsatz.

Derartige Ableiterfolien sind typischerweise undurchlässig für flüssigen Elektrolyt und Gase. Die im Folgenden beschriebenen elektrochemischen Speicherzellen können mit einem flüssigen Elektrolyten verwendet werden oder mit einem Feststoffelektrolyten als elektrochemische Feststoffspeicherzellen, beispielsweise als keramische oder polymerbasierte Feststoffbatterie, ausgestaltet sein. Eine elektrochemische Feststoffzelle umfasst einen Feststoffelektrolyten.

Im Weiteren wird eine elektrochemische Speicherzelle vorgeschlagen, die über Mittel verfügt, Kompressionsdruckänderungen infolge einer Ausdehnung eines Elektrodenstapels in Stapelrichtung zu kompensieren.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst eine elektrochemische Speicherzelle ein Gehäuse. Das Gehäuse hat einen äußeren Gehäusemantel, der einen Faltenbalg umfasst. Ein Elektrodenstapel ist in einem Innenraum des Gehäuses angeordnet. Eine erste Druckplatte ist mit dem äußeren Gehäusemantel verbunden und eingerichtet, vermittelt durch eine elastische Verformung des Faltenbalgs, einen Kompressionsdruck auf den Elektrodenstapel auszuüben.

Die elektrochemische Speicherzelle kann in einem runden Gehäuse (als Rundzelle) angeordnet werden. Das Gehäuse ist beispielsweise zylinderförmig und hat einen kreisförmigen Querschnitt. Die weiteren Komponenten im Gehäuse, insbesondere der Elektrodenstapel, können vorzugsweise ebenfalls einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Der Elektrodenstapel kann mit einem flüssigen Elektrolyten versetzt werden oder der Elektrodenstapel wird mit einem Feststoffelektrolyten versehen, der in die Schichtenfolge des Elektrodenstapels eingepreßt wird. Auf diese Weise kann eine elektrochemische Feststoff-Speicherzelle (kurz ASSB oder All-Solid-State-Batterie) geformt werden.

Der Faltenbalg, auch Wellenrohr genannt, verfügt über den äußeren Gehäusemantel, der einen wellenförmig wechselnden Durchmesser hat. Beispielsweise ist das Gehäuse aus Metall, so dass der Faltenbalg auch als Metallfaltenbalg oder Metallwellrohr bezeichnet wird. In einer Ausführungsform ist das Gehäuse als Rundzelle ausgeführt. Der Faltenbalg hat einen kreisförmigen Querschnitt und im Gehäuse schließt mit dem äußeren Gehäusemantel ein zylinderförmig Gehäusevolumen ein, in dem der Elektrodenstapel angeordnet ist. Das Gehäuse und somit der Faltenbalg können andere Querschnitte und Geometrien aufweisen, beispielsweise können das Gehäuse und der Faltenbalg einen polygonalen Querschnitt, wie einen hexagonalen Querschnitt, aufweisen. Die beispielsweise als Rundzelle ausgebildete

Speicherzelle ist eine kosten- und zeitgünstig herstellbare Speicherzelle. Die Rundzelle ermöglicht eine flächige Kontaktierung zwischen Kontaktierungselementen und der jeweiligen Elektrode, welche elektrisch mit dem jeweiligen Kontaktierungselement verbunden ist. Der Faltenbalg kann als ein Federelement mit einer Hook Federkonstante beschrieben werden, das sich aufgrund seiner Materialeigenschaften und Geometrie elastisch verformen lässt.

Je nach Ladezustand der elektrochemischen Speicherzelle kann der Elektrodenstapel unterschiedliche Schichtdicken aufweisen. Diese Schichtdicken können durch die Federwirkung den Stapel „verpressen“ oder „entlasten“ („verpressen“: die Zelle entlädt sich, „entlasten“: die Zelle wird geladen, beispielsweise können die Anodenschichten abhängig vom Ladezustand ausgebildet sein). Der Faltenbalg ist eingerichtet, die Druckänderungen in der elektrochemischen Speicherzelle, beispielsweise aufgrund von Ausdehnung und Kontraktion des Elektrodenstapels infolge von Lade- und Entladevorgängen, nachzuführen und auf den gewünschten Kompressionsdruck einzustellen.

Die Erfindung beruht insbesondere auf den nachfolgend dargelegten Überlegungen. Ein Aspekt betrifft eine elektrochemische Speicherzelle, die es erlaubt, die Schichthöhe des Elektrodenstapels stufenlos ohne Energiebedarf zu justieren und nachzufahren. Der Faltenbalg stellt eine mechanische Feder dar und kann entsprechend ihrer mechanischen Eigenschaften elastisch verformt werden. Mit anderen Worten entspricht der Faltenbalg einer federbelasteten Kompressionsvorrichtung. Mit einer initialen Verformung kann ein Kompressionsdruck einer bestimmten Größe an der elektrochemischen Speicherzelle eingestellt werden. Dies erfolgt beispielsweise durch ein Verpresswerkzeug, das während der Montage oder Herstellung der Zelle in entsprechende Faltenwellen des Faltenbalgs am Gehäuse eingreift und den Faltenbalg so in eine Position auslenkt, die einer bestimmten Auslenkung der „Feder“ oder einem gewünschten Kompressionsdruck entspricht. Wird das Gehäuse in dem so eingestellten Zustand verschlossen, wirkt der Kompressionsdruck auf den Elektrodenstapel. Änderungen der Schichthöhe des Elektrodenstapels lassen sich stufenlos durch die Federwirkung des Faltenbalgs ohne externen Energiebedarf nachjustieren.

Gemäß einer Ausführungsform ist die erste Druckplatte entlang einer Stapelrichtung des Elektrodenstapels beweglich im Gehäuse angeordnet und mit einem Gehäuseboden fest verbunden. Die erste Druckplatte ist eingerichtet, vermittelt durch die elastische Verformung des Faltenbalgs, den Kompressionsdruck auf eine Unterseite des Elektrodenstapels auszuüben.

Beispielsweise ist die erste Druckplatte mit dem äußeren Gehäusemantel verbunden. Der äußere Gehäusemantel und die erste Druckplatte können aus einem Stück gefertigt sein oder alternativ miteinander verschraubt oder anderweitig mechanisch verbunden sein

5 (beispielsweise verschweißt oder gecrimpt). Der Faltenbalg kann so die Druckplatte im Gehäuse entlang der Stapelrichtung des Elektrodenstapels bewegen. Diese Bewegung erfolgt in Abhängigkeit der elastischen Verformung des Faltenbalgs, also dessen Federwirkung bzw. Auslenkung. Die Druckplatte vermittelt so den Kompressionsdruck auf den Elektrodenstapel. Die erste Druckplatte kann als beweglicher „Druckteller“ bezeichnet werden.

10

Gemäß einer Ausführungsform ist eine zweite Druckplatte mit einem Gehäusedeckel unbeweglich im Gehäuse verbunden und liegt auf einer Oberseite des Elektrodenstapels auf. Die zweite Druckplatte ist eingerichtet, einen dem Kompressionsdruck entgegengerichteten Druck auf den Elektrodenstapel auszuüben.

15

Der äußere Gehäusemantel und der Gehäusedeckel können aus einem Stück gefertigt sein oder alternativ miteinander verschraubt oder anderweitig mechanisch verbunden sein (beispielsweise verschweißt oder gecrimpt). Die zweite Druckplatte ist mechanisch fest im Gehäuse angeordnet, so dass die Druckplatte in mechanischem Wirkkontakt mit einer

20

Oberseite des Elektrodenstapel steht und eingerichtet ist, einen Gegendruck zum Kompressionsdruck auf die Oberseite des Elektrodenstapel auszuüben. Der Elektrodenstapel kann so zwischen den beiden Druckplatten entsprechend dem durch den Faltenbalg eingestellten Kompressionsdruck im Gehäuse gepresst werden.

25

Gemäß einer Ausführungsform ist das Gehäuse doppelwandig ausgeführt und umfasst einen Gehäusezwischenraum, der durch den äußeren Gehäusemantel und einem inneren Gehäusemantel begrenzt ist. Der Elektrodenstapel ist in einem vom inneren Gehäusemantel begrenzten Innenraum des Gehäuses angeordnet. Ferner ist der Gehäusezwischenraum zur Aufnahme eines Temperiermittels eingerichtet.

30

Das Gehäuse umfasst beispielsweise eine Außenwand, die durch den äußeren Gehäusemantel gebildet wird. Die Außenwand hat so zumindest teilweise die Form und Funktion des Faltenbalgs. Die Außenwand ist eine Feder, die die Schichten des Elektrodenstapels entsprechend dem Kompressionsdrucks zusammendrückt. Eine Innenwand wird beispielsweise

durch den inneren Gehäusemantel gebildet. Im Beispiel einer Rundzelle umschließt die Innenwand ein zylinderförmig Gehäusevolumen, in dem der Elektrodenstapel angeordnet ist. Mit anderen Worten ist die Innenwand zumindest teilweise die Mantelfläche einer zylindrischen Zelle. Der Gehäusezwischenraum bildet sich als Hohlraum zwischen die Innenwand und Außenwand aus und kann ein Temperiermittel aufnehmen. So kann beispielsweise eine Immersionskühlung realisiert werden. Die elektrochemische Speicherzelle kann über den äußeren Gehäusemantel, der aufgrund des Faltenbalgs eine vergrößerte Fläche aufweist, besonders effektiv gekühlt werden.

- 5
- 10 Gemäß einer Ausführungsform ist der Gehäuseboden doppelwandig und zur Aufnahme des Temperiermittels eingerichtet. Eine innere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens ist mit dem inneren Gehäusemantel verbunden. Eine äußere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens ist mit dem äußeren Gehäusemantel verbunden. Die erste Druckplatte ist über eine gemeinsame Verbindungsstelle mit der inneren und der äußeren Wand des doppelwandigen Gehäusebodens verbunden.
- 15

Der doppelwandige Gehäuseboden erweitert die Aufnahme des Temperiermittels und damit die für die Kühlung bereitstehende Fläche. Über die gemeinsame Verbindungsstelle ist die Druckplatte mit dem doppelwandigen Gehäuseboden gekoppelt und kann durch den Faltenbalg entsprechen dem eingestellten Kompressionsdruck bewegt werden. Dazu kann die innere Wand des Gehäusebodens flexibel ausgestaltet sein, beispielsweise durch Material und/oder Struktur, um eine Bewegung zu unterstützen.

20

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die innere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens eine wellenförmige Membranplatte.

25

Die Unterseite der Speicherzelle bzw. die innere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens ist eine wellenförmige Membranplatte (bevorzugt aus Metall). Der Membranplatte ist wellenförmig und gewährleistet so eine Elastizität zwischen verschiedenen Ladezustände der Zelle. Ein Vorteil der Membranplatte liegt darin, dass die Platte über die gemeinsame Verbindungsstelle mit dem inneren Gehäusemantel und dem äußeren Gehäusemantel mit dem Faltenbalg mechanisch verbunden, beispielsweise verschweißt, werden kann. Somit können die Elektroden des Elektrodenstapels vom Kühlmedium getrennt werden, es werden keine Gummidichtungen benötigt. Durch die bewegliche Druckplatte können heiße Gase (in Falle

30

eines thermischen Events) durch eine gezielt geschwächte Sollbruchstelle in der Membranplatte (oder Einkerbungen) präzise und gezielt gelenkt werden.

5      Gemäß einer Ausführungsform weist das Gehäuse an einer Oberseite einen ersten Anschluss zur Aufnahme des Temperiermittels auf. Das Gehäuse weist ferner an einer Unterseite einen zweiten Anschluss zur Aufnahme des Temperiermittels auf. Das Gehäuse ist eingerichtet für eine Temperiermittelströmung zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss.

10      Das Temperiermittel oder Kühlmedium kann im Betrieb der elektrochemischen Speicherzelle zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss strömen und so eine Immersionskühlung implementieren. Die Wärme wird an der Mantelfläche der Zelle abgeführt. Der Faltenbalg unterstützt die Wärmeleitung, indem die Zelle indirekt gekühlt werden kann. Insbesondere können die Kontakte (oder Terminale) der Zelle, beispielsweise die Kathode besser gekühlt werden, obwohl die Immersion im Wesentlichen an der Mantelfläche stattfindet.

15      Gemäß einer Ausführungsform weist der Faltenbalg im Wesentlichen parallele Faltenwellen auf. Die Faltenwellen werden am äußeren Gehäusemantel durch wellenförmig wechselnde Durchmesser strukturiert. Dadurch wird die Oberfläche des Gehäuses vergrößert, was zu einem besseren Wärmetransport zwischen den Anschlüssen führen kann.

20      Gemäß einer Ausführungsform weist der Faltenbalg im Wesentlichen spiralförmige Faltenwellen auf. Die Faltenwelle formen beispielsweise eine oder mehrere Spiralen entlang des Gehäusemantels in Stapelrichtung. Das Temperiermittel kann bevorzugt entlang der Spiralen fließen, so dass sich eine lineare Strömung ausbilden kann.

25      Des Weiteren wird ein Verfahren zum Einstellen eines Kompressionsdrucks einer elektrochemischen Speicherzelle vorgeschlagen.

30      Gemäß einer Ausführung umfasst das Verfahren die folgenden Schritte. Zunächst wird eine elektrochemische Speicherzelle bereitgestellt. Die Speicherzelle hat ein Gehäuse mit einem als Faltenbalg eingerichteten äußeren Gehäusemantel und einem in einem Innenraum des Gehäuses angeordneten Elektrodenstapel. Ein Kompressionsdruck wird durch Eingreifen eines Verpresswerkzeugs in den Faltenbalg eingestellt, wobei eine erste Druckplatte, die mit dem äußeren Gehäusemantel verbunden ist, den Kompressionsdruck vermittelt und durch eine

elastische Verformung des Faltenbalgs auf den Elektrodenstapel ausübt. Schließlich wird das Gehäuse bei dem eingestellten Kompressionsdruck verschlossen.

5 Das Verpresswerkzeug kann beispielsweise in die Faltwellen eingreifen und den Faltenbalg auslenken, um einen gewünschten Kompressionsdruck einzustellen. Durch Verschließen des Gehäuses (zum Beispiel verschweißen oder crimpen) wird der Kompressionsdruck eingeprägt und durch die Federwirkung des Faltenbalg aufrecht gehalten.

10 Im Folgenden werden anhand der beigefügten Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Daraus ergeben sich weitere Details, bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen. Gleiche oder gleich wirkende Bestandteile sind in den Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Soweit Komponenten und Bestandteile in den verschiedenen Figuren in ihrer Funktion  
15 übereinstimmen, wird deren Beschreibung nicht notwendigerweise für jede der folgenden Figuren wiederholt.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

20 Im Einzelnen zeigen:

Figuren 1A, 1B ein Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Speicherzelle,

25 Figuren 2A, 2B, 2C ein Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Speicherzelle in unterschiedlichen Ladezuständen,

Figuren 3A, 3B Ausführungsbeispiele eines Gehäuses für eine elektrochemische Speicherzelle mit einem Faltenbalg, und

30 Figuren 4A bis 4C ein weiteres Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Speicherzelle.

#### Detaillierte Beschreibung

Die Figuren 1A und 1B zeigen ein Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Speicherzelle. Die Abbildungen zeigen eine Explosionsdarstellung der elektrochemischen Speicherzelle, wobei die Darstellung über die Figuren 1A und 1B geteilt ist und sich die elektrochemische Speicherzelle in der Zusammenschau beider Abbildungen darstellt. Figur 1A zeigt einen Faltenbalg 10 und ein Gehäuse 20. Des Weiteren sind eine Kontaktierungsscheibe 21, sowie eine Isolationsscheibe 22 gezeigt. Figur 1B zeigt eine obere Druckplatte 30 und einen Elektrodenstapel 40. Des Weiteren sind eine untere Druckplatte 50, sowie eine Membranplatte 60 und ein unterer Gehäusedeckel 23 gezeigt. Die Isolationsscheibe hat eine Öffnung 28.

- Der Faltenbalg 10 umfasst einen äußeren Gehäusemantel 11 und mehrere Faltenwellen 12. Die Faltenwellen sind in den äußeren Gehäusemantel durch wellenförmig wechselnde Durchmesser strukturiert. Die inneren Durchmesser sind dabei so gewählt, dass das Gehäuse 20 im Inneren des Faltenbalgs angeordnet werden kann. In diesem Beispiel sind die inneren Durchmesser so gewählt, dass der Faltenbalg ein inneres Zylindervolumen einschließt. Die äußeren Durchmesser können so gewählt werden, dass eine gewünschte Federstärke des Faltenbalgs erreicht wird. Die Federstärke des Faltenbalgs hängt zusätzlich u.a. auch vom Material des Faltenbalgs, der typischerweise aus einem Metall ist, und der Geometrie der Faltenwellen ab.

- Der Faltenbalg 10 weist eine ringförmig strukturierte Oberseite 13 auf, die eingerichtet ist, das (Zell-)Gehäuse 20 aufzunehmen. In der Oberseite ist eine obere Öffnung 14 vorgesehen. Des Weiteren weist der Faltenbalg an der Oberseite einen ersten Anschluss 15 auf, über den das Gehäuse ein Temperiermittel aufnehmen kann. Der Faltenbalg weist eine ringförmig strukturierte Unterseite 16 auf. Der Faltenbalg weist an der Unterseite einen zweiten Anschluss 17 zur Aufnahme des Temperiermittels auf. Das Gehäuse 20 ist in diesem Beispiel als Rundgehäuse bzw. Zylinder ausgestaltet und beispielsweise aus Metall oder einem anderen druckbeständigen Material. Alternativ kann die elektrochemische Speicherzelle auch als prismatische Zelle ausgebildet sein, wobei das Gehäuse ebenfalls aus einem festen Material aufgebaut ist, meist aus Metall.

- In Figur 1A ist das Gehäuse 20 in einer Außenansicht gezeigt. Das Gehäuse begrenzt einen innenliegenden Aufnahmeraum (nicht gezeigt) mit einem kreisförmigen Querschnitt, in den der Elektrodenstapel 40 aufgenommen werden kann. Das Gehäuse umfasst einen inneren Gehäusemantel 24 und einen Gehäusedeckel 25. Der Aufnahmeraum ist in Längserstreckungsrichtung des zylindrischen Gehäuses auf einer ersten Seite durch den

Gehäusedeckel begrenzt. Der innere Gehäusemantel und der Gehäusedeckel sind in diesem Beispiel aus einem Stück gefertigt. Alternativ kann der Gehäusedeckel mit dem inneren Gehäusemantel verschraubt oder anderweitig mechanisch verbunden sein (beispielsweise verschweißt oder gecrimpt). Ferner umfasst der Gehäusedeckel eine zentrale Deckelöffnung 26, die einen Zugriff in das Innere der elektrochemischen Speicherzelle ermöglicht, beispielsweise zum Einfüllen eines Elektrolyten und/oder als Druckventil.

Zusammen bilden der Faltenbalg 10 und das Gehäuse 20 ein doppelwandiges Zellgehäuse. Eine äußere Gehäusewand umfasst dabei den äußeren Gehäusemantel 11 des Faltenbalgs.

Eine innere Gehäusewand umfasst den inneren Gehäusemantel 24. Die Gehäusewände umschließen einen Gehäusezwischenraum, der das Temperiermittel aufnehmen kann, das über die Anschlüsse 15 und 17 zugeführt und/oder abgeführt werden kann. Wie weiter unten diskutiert, können die Faltenwellen 12 einen Wärmeaustausch mit der Umgebung unterstützen und zudem je nach Ausgestaltung eine laminare Strömung zwischen den Anschlüssen ermöglichen.

Das Gehäuse 20 wie auch der Faltenbalg 10 können einen polygonalen Querschnitt aufweisen, wie einen hexagonalen Querschnitt. Die beispielsweise als Rundzelle ausgebildete Speicherzelle ist eine kosten- und zeitgünstig herstellbare Speicherzelle. Die Rundzelle ermöglicht eine flächige Kontaktierung zwischen Kontaktierungselementen und der jeweiligen Elektrode, welche elektrisch mit dem jeweiligen Kontaktierungselement verbunden ist. Im Folgenden werden unterschiedliche weitere Komponenten der elektrochemischen Speicherzelle vorgestellt. Soweit nicht explizit angegeben, haben diese Komponenten einen zumindest ähnlichen Querschnitt wie das Gehäuse, so dass die Komponenten mit dem Gehäuse verbindbar oder in diesem beweglich gestaltet werden können. Im Fall eines Rundgehäuse bzw. einer Rundzelle ist der Querschnitt im Wesentlichen kreisförmig.

Die Kontaktierungsscheibe 21 kann in das Gehäuse eingeführt werden und so den Gehäusedeckel 25 eingreifen. Dazu ist die Kontaktierungsscheibe mit einer Erhöhung 27 versehen, die formschlüssig in die zentrale Deckelöffnung 26 passt. Das Gehäuse kann beispielsweise den positiven Pol oder negativen Pol der elektrochemischen Speicherzelle darstellen, je nachdem wie die Zelle aufgebaut ist. Die Polung wird beispielsweise durch den Elektrodenstapel 40 vorgegeben. Die Kontaktierungsscheibe vermittelt die Kontaktierung zum Elektrodenstapel und entspricht dem positiven Pol oder negativen Pol. Die Isolationsscheibe 22

kann wahlweise auf oder unter der Kontaktierungsscheibe angeordnet werden und dient dazu, die Pole der elektrochemischen Zelle voneinander elektrisch zu isolieren. Die Kontaktierungsscheibe und die Isolationsscheibe können mit dem Gehäuse verschraubt oder anderweitig mechanisch verbunden sein (beispielsweise verschweißt oder gecrimpt).

5

In Figur 1B ist die obere Druckplatte 30 gezeigt. Die obere Druckplatte 20 ist entsprechend dem Querschnitt des Gehäuses 20 ausgestaltet, in diesem Beispiel also im Wesentlichen kreisförmig. Die Druckplatte umfasst einen Druckplattenboden 31 und einen Druckplattenrand 32. Der Druckplattenboden ist eingerichtet, auf einer Oberseite des Elektrodenstapels 40 formschlüssig aufzuliegen. Der Druckplattenrand umfasst eine Wand, die sich tellerförmig entlang des Umfangs der Druckplatte erstreckt und vom Druckplattenboden erhebt. Des Weiteren weist die Druckplatte eine zentrale Druckplattenöffnung 33 auf, die im Wesentlichen mit der zentrale Deckelöffnung 26 zusammenfällt und formschlüssig in die Druckplattenöffnung 33 eingreifen kann. Die Druckplattenöffnung ist so groß, dass sie ein Innenrohr aufnehmen kann bzw. das Innenrohr durch die Druckplattenöffnung durchgeführt werden kann.

10  
15

Die obere Druckplatte 30 wird in das Gehäuse 20 eingeführt und mit diesem am inneren Gehäusemantel 24 permanent verbunden, zum Beispiel verschweißt, gecrimpt oder verschraubt. „Permanent verbunden“ bedeutet hier, dass die Verbindung stark genug ist, um mindestens dem Kompressionsdruck, mit dem der Elektrodenstapel 40 verpresst werden kann, standzuhalten. Der Kompressionsdruck kann Werte im zweistelligen kN Bereich erreichen. Durch die Tellerform der Druckplatte bzw. durch den Druckplattenrand 32 wird zwischen dem Gehäusedeckel 25 und dem Druckplattenboden 31 ein oberer innenliegender Hohlraum gebildet. Die obere Druckplatte wirkt so als Anschlagsfläche, gegen die der Elektrodenstapel gedrückt wird, wenn der Kompressionsdruck aufgebaut wird. Durch den entsprechenden Gegendruck wird der Elektrodenstapel verpresst. Mit anderen Worten hat die obere Druckplatte den technischen Effekt, den Kompressionsdruck bzw. die Verpresskraft aus den Elektrodenschichten des Elektrodenstapels in den Faltenbalg zu leiten.

20  
25

Der Elektrodenstapel 40 umfasst mehrere, aufeinander angeordnete Stapel, wobei der jeweilige Stapel aufeinander angeordnete Elektrodenschichten aufweist, nämlich wenigstens eine Kathodenschicht 41, wenigstens eine Anodenschicht 42 und wenigstens eine zwischen der Kathodenschicht und der Anodenschicht angeordnete Separatorschicht 43. Des Weiteren können die Stapel weitere Schichten wie Isolatoren und metallische Leiterfolien (beispielsweise

30

aus Aluminium oder Kupfer) aufweisen. Die Kathodenschichten und die Anodenschichten sind über entsprechende Laschen 44 mit einem Innenrohr (nicht sichtbar) und/oder mit dem inneren Gehäusemantel 24 elektrisch kontaktiert.

- 5 Eine Oberseite des Elektrodenstapels 40 greift formschlüssig auf die obere Druckplatte 30 auf. Der Druckplattenboden 31 liegt beispielsweise im Wesentlichen flächig auf der Oberseite des Elektrodenstapels. Da die obere Druckplatte 30 am Gehäuse 20 bzw. dem Gehäusemantel 24 mechanisch fest verbunden ist, ist die Druckplatte unter Druck nicht beweglich.
- 10 Die untere Druckplatte 50 ist entsprechend dem Querschnitt des Gehäuses 20 ausgestaltet, in diesem Beispiel also im Wesentlichen kreisförmig. Die untere Druckplatte umfasst einen Druckplattenboden 52 und einen Druckplattenrand 51. Der Druckplattenrand umfasst optional eine Dichtung, die sich entlang des Umfangs der Druckplatte erstreckt und die Druckplatte 50 vom inneren Gehäusemantel 24 abdichtet, die Druckplatte jedoch in Stapelrichtung beweglich
- 15 innerhalb des Gehäuses hält. In der dargestellten Ausführung ist keine Dichtung nötig, weil die Membranplatte 60 das Abdichten übernimmt. Des Weiteren weist die Druckplatte eine zentrale Druckplattenöffnung 53 auf, die im Wesentlichen mit der Deckelöffnung 23 axial zusammenfällt, so dass zum Beispiel das Innenrohr bis in die zentrale Druckplattenöffnung 53 geführt werden kann und in diesem Bereich endet.
- 20 Der Druckplattenrand kann, wie ein Kolben in einem Verbrennungsmotor, gegenüber dem Druckplattenboden abgeflacht sein, um eine Verkippung der Druckplatte im Gehäuse zu vermeiden. Eine Verkippung wird auch über den Elektrodenstapel 40 verhindert. Zudem ist die Druckplattenöffnung so groß, dass sie zum Beispiel das Innenrohr aufnehmen kann bzw. das
- 25 Innenrohr durch die Druckplattenöffnung durchgeführt werden kann. Die untere Druckplatte 50 wird in das Gehäuse eingeführt und ist am inneren Gehäusemantel 24 und dem Innenrohr entlang in Stapelrichtung beweglich. Die untere Druckplatte 50 umfasst an einer, dem Elektrodenstapel abgewandten Seite einen Rohrstutzen 54.
- 30 Die Membranplatte 60 schließt das Gehäuse an dessen Unterseite ab und bildet so die innere Wand des doppelwandigen Gehäuses am Gehäuseboden. Die Membranplatte ist dazu am Gehäuse bzw. dem inneren Gehäusemantel 24 verschraubt oder anderweitig mechanisch verbunden sein (beispielsweise verschweißt oder gecrimpt). Alternativ können die Membranplatte und der Gehäusemantel aus einem Stück gefertigt sein. Die Membranplatte

kann aus demselben Material wie das Gehäuse gefertigt sein (zum Beispiel aus Metall) oder aus einem anderen Material, wie Kunststoff. Die Membranplatte hat eine wellige Struktur, die dem Faltenbalg ähnelt, also Wellen und Täler aufweist. Im Gegensatz zum Faltenbalg ist die Membranplatte nicht eingerichtet, eine Kraft übertragen. Die Einleitung der Kompressionskraft auf einer Seite der Membranplatte wird auf die gegengesetzte Seite der Membranplatte übertragen, so dass die Platte auf Kompression belastet ist. Mit anderen Worten kann die Membranplatte – ähnlich einem Fotobalg – einer Auslenkung des Faltenbalgs 10 in der Länge bzw. einer Bewegung der unteren Druckplatte 50 folgen. Die Membranplatte weist eine zentrale Ausnehmung 61 auf, in die der Rohrstutzen 54 eingreifen kann und mit diesem mechanisch verbunden ist.

Der untere Gehäusedeckel 23 schließt das doppelwandige Gehäuse an dessen Unterseite ab. Der untere Gehäusedeckel ist dazu am Gehäuse bzw. dem äußeren Gehäusemantel 11 verschraubt oder anderweitig mechanisch verbunden sein (beispielsweise verschweißt oder gecrimpt). Alternativ können der untere Gehäusedeckel und der äußere Gehäusemantel aus einem Stück gefertigt sein. Die Membranplatte schließt den Gehäuseboden von Innen zum Elektrodenstapel 40 ab, so dass das Temperiermittel trotz der Ausgleichsbewegung des Faltenbalgs im Hohlraum zwischen der inneren und äußeren Wand des Gehäuses verbleibt. Der untere Gehäusedeckel 23 bildet die Unterseite des Faltenbalgs 10 und umfasst den zweiten Anschluss 17. Eine zentrale Erhebung 28 ist über die zentrale Ausnehmung 61 der Membranplatte mit dem Rohrstutzen 54 mechanisch verbunden.

Die elektrochemische Speicherzelle wird zusammengebaut, indem die Bauteile, wie sie in den Figuren 1A und 1B gezeigt und oben beschrieben wurden, ineinander geführt werden. Das Innenrohr dient dabei als innere Stapelachse, welches den Faltenbalg 10 und das Gehäuse 20 mit den beiden Druckplatten 30, 50, und dem Elektrodenstapel 40 zusammenführt und aufeinandergestapelt. Das Innenrohr 40 wird dazu insbesondere durch die obere Öffnung 14, die Deckelöffnung 26, Druckplattenöffnung 33 und die Druckplattenöffnung 53 geführt. Das Innenrohr endet in der zentralen Ausnehmung 61, in die der Rohrstutzen 54 eingreift und mit diesem mechanisch verbunden ist.

So zusammengebaut, kann durch eine Federwirkung des Faltenbalgs 10 ein Kompressionsdruck auf den Elektrodenstapel 30 ausgeübt werden. Dazu kann der Faltenbalg durch ein Verpresswerkzeug elastisch verformt werden, indem das Werkzeug in den Faltenbalg

bzw. die Faltenwellen 12 eingreift. Dadurch vermittelt die untere Druckplatte 50, die mit dem äußeren Gehäusemantel 11 verbunden ist, den Kompressionsdruck gegen die obere Druckplatte 30 und so auf den Elektrodenstapel 40. Dabei ist die untere Druckplatte beweglich im Gehäuse und kann so Druckschwankungen infolge von Änderungen der Schichtdicken im Elektrodenstapel ausgleichen bzw. nachführen. Die obere Druckplatte 30 hingegen ist permanent mit dem Gehäuse verbunden und dient so als Gegendruckfläche für den Kompressionsdruck. Durch den entsprechenden Gegendruck wird der Elektrodenstapel verpresst.

- 5
- 10 Trotz der Ausgleichsbewegung durch den Faltenbalg 10 (die einer Auslenkung einer mechanischen Feder entspricht) ist durch die Membranplatte 60 gewährleistet, dass das Temperiermittel im Hohlraum zwischen der inneren und äußeren Wand des Gehäuses verbleibt. Das doppelwandige Gehäuse ermöglicht im Betrieb der elektrochemischen Speicherzelle sowohl einen konstanten Kompressionsdruck als auch eine effektive Wärmeleitung oder
- 15 Kühlung.

Die Figuren 2A bis 2C zeigen ein Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Speicherzelle in geladenem, teilweise entladenen und entladenen Zustand in Schnittdarstellung. Dieses Beispiel entspricht der in den Figuren 1A und 1B gezeigten und oben beschriebenen

- 20 Ausführungsbeispiel im zusammengebauten Zustand. In Figur 2A ist die Speicherzelle geladen, in Figur 2B und in Figur 2B ist die Speicherzelle entladen.

Die Zelle ist beispielsweise als Feststoffzelle, insbesondere als anoden-freie Feststoffbatterie (anode-free all-solid state battery, ASSB) ausgestaltet. Der im Schnitt gezeigte Elektrodenstapel 40 umfasst mehrere, aufeinander angeordnete Stapel. Ein Stapel weist aufeinander angeordnete Schichten auf, nämlich jeweils eine Kathodenschicht 41, eine Anodenschicht 42 und eine zwischen der Kathodenschicht und der Anodenschicht angeordnete Separatorschicht 43. Des Weiteren können die Stapel weitere Schichten wie Isolatoren und metallische Leiterfolien (beispielsweise aus Aluminium oder Kupfer) aufweisen, die hier nicht dargestellt sind. Die Kathodenschichten und die Anodenschichten sind über entsprechende Laschen 44 mit dem Innenrohr oder mit dem Gehäusemantel 24 elektrisch kontaktiert.

- 25
- 30

In diesem Beispiel wird eine Lithium-Batterie betrachtet. Hier haben die Kathodenschichten 41 im geladenen, teilweise entladenen und entladenen Zustand im Wesentlichen dieselbe

Schichtdicke. Im Gegensatz dazu ändert sich die Schichtdicke der Anodenschichten 42 in Abhängigkeit vom Ladezustand. Im geladenen Zustand haben sich Anodenschichten abgelagert. Diese werden durch den Ladeprozess ausgebildet, indem sich Lithium auf Leiterfolien (zum Beispiel Kupferfolien) sammelt. Der Elektrodenstapel wächst in der Höhe um die Dicke einer Anodenschicht x Anzahl der Schichten. Im entladenen Zustand ist keine Anodenschicht 42 ausgebildet. Lithium ist in den Kathodenschichten gespeichert. Das Lithium wandert aus den Anodenschichten durch die Separatorschichten 43 in die Kathodenschichten und wird dort gespeichert. Die unterschiedlichen Schichtdicken sind den Zeichnungen angedeutet (vgl. Figur 2A: die Speicherzelle ist geladen, Figur 2B: die Speicherzelle ist teilweise entladen und Figur 2C: die Speicherzelle ist entladen). In allen gezeigten Zuständen wird ein gewünschter Kompressionsdruck eingestellt, der auf den Elektrodenstapel 40 wirkt. Dies erfolgt vermittelt durch den Faltenbalg daran befestigte, im Gehäuse bewegliche untere Druckplatte 50.

Infolge der beschriebenen Lade- und Entladeprozesse kommt es entlang der Stapelrichtung zu einer Längenausdehnung bzw. Längenkontraktion des Elektrodenstapels 40. Dies ist in den Schnittdarstellungen der Figuren 2A bis 2C durch eine unterschiedliche Stellung der unteren Druckplatte 50, zum Beispiel gegenüber dem unteren Gehäusedeckel 23, erkennbar. Der untere Gehäusedeckel bildet die Unterseite des Faltenbalgs 10 und schließt das doppelwandige Gehäuse ab. Über die zentrale Erhebung 24 ist der untere Gehäusedeckel mit dem Rohrstutzen 54 verbunden. Der Rohrstutzen greift dabei in die zentrale Ausnehmung 61 der Membranplatte 60 ein. Die zentrale Ausnehmung ist im Regelbetrieb verschlossen und kann bei einem thermischen Ereignis brechen. Dazu kann die zentrale Ausnehmung eine Einkerbung 55 aufweisen, die als Sollbruchstelle im Falle eines thermischen Ereignisses dient (vgl. Figur 1C).

Zum Beispiel ist die Membranplatte auf dem Umfang des Gehäuses zusammengeschweißt. Unterseite des Rohrstutzen kann kreisförmig und mit der Membranplatte zusammengeschweißt sein. Die Unterseite der Membranplatte kann kreisförmig mit der zentralen Erhebung 24 des unteren Gehäusedeckels zusammengeschweißt sein.

Im in Figur 2A gezeigten geladenen Zustand sind die Anodenschichten 42 ausgebildet und der Elektrodenstapel 40 hat in diesem Zustand seine größte Längsausdehnung (in Stapelrichtung). Entsprechend hat auch der Faltenbalg 10 seine größte Längsausdehnung. Aufgrund der mechanischen Verbindung über den Rohrstutzen 54 bewegt sich untere Druckplatte 50 in eine

Position innerhalb des inneren Gehäusemantels 24, die dem Kompressionsdruck entspricht. Der Kompressionsdruck stellt sich entsprechend der Längsausdehnung des Faltenbalgs ein. Da der Rohrstutzen auch mit der Membranplatte 60 und die Membranplatte mit dem Gehäuse 20 verbunden ist, wölbt sich die Membranplatte nach Außen, d.h. in Richtung Gehäuseboden 23.

5

Im in Figur 2B gezeigten teilweise geladenen Zustand sind die Anodenschichten 42 teilweise ausgebildet und der Elektrodenstapel 40 hat in diesem Zustand eine gegenüber der größte Längsausdehnung verringerte (mittlere) Längsausdehnung. Entsprechend hat auch der Faltenbalg 10 eine mittlere Längsausdehnung. Aufgrund der mechanischen Verbindung über den Rohrstutzen 54 bewegt sich untere Druckplatte 50 in eine mittlere Position innerhalb des inneren Gehäusemantels, die dem Kompressionsdruck entspricht. Der Kompressionsdruck stellt sich entsprechend der Längsausdehnung des Faltenbalgs ein. Da der Rohrstutzen auch mit der Membranplatte 60 und die Membranplatte mit dem Gehäuse 20 verbunden ist, wölbt sich die Membranplatte weniger nach außen, im gezeigten Beispiel ist die Membran gar nicht gewölbt.

15

Im in Figur 2C gezeigten entladenen Zustand sind die Anodenschichten 42 nicht mehr ausgebildet und der Elektrodenstapel 40 hat in diesem Zustand eine kleinste Längsausdehnung. Entsprechend hat auch der Faltenbalg 10 eine kleinste Längsausdehnung. Aufgrund der mechanischen Verbindung über den Rohrstutzen 54 bewegt sich untere Druckplatte 50 in eine Position innerhalb des inneren Gehäusemantels, die dem Kompressionsdruck entspricht. Der Kompressionsdruck stellt sich entsprechend der Längsausdehnung des Faltenbalgs ein. Da der Rohrstutzen auch mit der Membranplatte 60 und die Membranplatte mit dem Gehäuse 20 verbunden ist, wölbt sich die Membranplatte nach innen, d.h. in Richtung Gehäusedeckel 25.

25

In den unterschiedlichen Ladezuständen ist ein Hohlraum ausgebildet, der das Temperiermittel aufnimmt. Eine Kühlung ist trotz der Bewegung durch den Faltenbalg 10 gewährleistet. Darüber hinaus können die Membranplatte 60 oder auch der untere Gehäusedeckel jeweils im Bereich des Rohrstutzen 54 eine Einkerbung 55 aufweisen. Die Einkerbung ist in Figur 2C beispielhaft angedeutet und kann eingerichtet sein, bei einem thermischen Event zu brechen. So ist es möglich, heiße Gase aus dem Elektrodenstapel 40 heraus über den Rohrstutzen und die Einkerbung präzise aus dem Gehäuse heraus zu lenken. Auf diese Weise kann die elektrochemische Speicherzelle zusätzlich zu den Funktionen Ausgleich des

30

Kompressionsdrucks und effektive Kühlung um eine verbesserte Sicherheitsfunktion erweitert werden.

Figur 3A und 3B zeigen Ausführungsbeispiele eines Gehäuses für eine elektrochemische Speicherzelle mit einem Faltenbalg. Dabei zeigt Figur 3A eine Außenansicht eines Faltenbalgs mit im Wesentlichen parallelen Faltenwellen. Die Faltenwellen werden am äußeren Gehäusemantel durch wellenförmig wechselnde Durchmesser strukturiert. Dadurch wird die Oberfläche des Gehäuses vergrößert, was zu einem besseren Wärmetransport zwischen den Anschlüssen führen kann. Diese Ausführung ist auch in den Figuren 2A bis 2C gezeigt. Dort ist auch ein möglicher Fluss des Temperiermittels zwischen den Anschlüssen durch Pfeile angedeutet. Im Fall paralleler Faltenwellen kann der Fluss laminar eingestellt werden, wenn die Fließgeschwindigkeit einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Figur 3A eine Außenansicht eines Faltenbalgs mit im Wesentlichen spiralförmigen Faltenwellen. Die Faltenwelle formen beispielsweise eine oder mehrere Spiralen entlang des Gehäusemantel in Stapelrichtung. Das Temperiermittel kann bevorzugt entlang der Spiralen fließen, so dass sich eine lineare Strömung ausbilden kann. Dies hat den weiteren Vorteil, dass der Fluss laminar auch mit höheren Fließgeschwindigkeit eingestellt werden kann.

Figuren 4A bis 4C zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel einer elektrochemischen Speicherzelle. Die Abbildungen zeigen insbesondere eine mögliche elektrische Polung der Speicherzelle. Dabei ist in den Zeichnungen der negative Pol mit (-) und der positive Pol mit (+) bezeichnet. Die dargestellte Polung ist ein Beispiel, wobei der negative Pol und der positive Pol austauschbar sind.

In Figur 4A ist das Gehäuse 20 gezeigt. Der innere Gehäusemantel 24 und die Membranplatte 60 sind auf den gleichen Pol gelegt, in diesem Beispiel auf den negativen Pol (-). Auch der Gehäusedeckel ist auf den gleichen Pol gelegt, hier also auf den negativen Pol (-), wie in Figur 4B gezeigt. Des Weiteren ist die Kontaktierungsscheibe 21 gezeigt, die auf den positiven Pol (+) gelegt ist.

Figur 4C zeigt die elektrochemische Speicherzelle mit der in den Figuren 4A und 4B eingeführten Verpolung im Schnitt. Zu erkennen ist, dass der Elektrodenstapel durch die Laschen elektrisch leitend mit dem Innenrohr verbunden ist. Dadurch liegt das Innenrohr beispielsweise auf dem positiven Pol (+). Die obere Druckplatte liegt auf dem Elektrodenstapel

auf und ist mit dem Innenrohr kontaktiert. Die obere Druckplatte liegt demnach ebenfalls auf dem positiven Pol (+). Durch die Isolationsplatte 22 sind die obere Druckplatte und das Innenrohr von Gehäuse und Faltenbalg isoliert. Die Kontaktierungsscheibe 21 ist ebenfalls von dem Gehäuse und dem Faltenbalg isoliert und liegt auf dem positiven Pol (+). Der

5 Elektrodenstapel ist durch die Laschen elektrisch leitend mit dem inneren und äußeren Gehäusemantel verbunden. Daher liegen das Gehäuse 20 und der Faltenbalg 10 auf dem negativen Pol (-). Die untere Druckplatte 50 ist in elektrischem Kontakt mit dem Elektrodenstapel und durch dessen Schichtenfolge ebenfalls auf dem negativen Pol (-). Durch

10 die gewählte Kontaktierung ist die elektrochemische Speicherzelle so verpolt, dass über die Oberseite mit der Kontaktierungsscheibe 21 der positive Pol (+) und durch die Unterseite mit dem Gehäusedeckel der negative Pol (-) abgreifbar ist.

Obwohl die Erfindung im Detail anhand von Ausführungsbeispielen illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die Ausführungsbeispiele eingeschränkt. Vielmehr

15 können andere Variationen der Erfindung vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den durch die Ansprüche definierten Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

|    |    |                                     |
|----|----|-------------------------------------|
|    | 10 | Faltenbalg                          |
|    | 11 | äußerer Gehäusemantel               |
| 5  | 12 | Faltenwellen                        |
|    | 13 | ringförmig strukturierte Oberseite  |
|    | 14 | obere Öffnung                       |
|    | 15 | erster Anschluss                    |
|    | 16 | ringförmig strukturierte Unterseite |
| 10 | 17 | zweiter Anschluss                   |
|    | 20 | Gehäuse                             |
|    | 21 | Kontaktierungsscheibe               |
|    | 22 | Isolationsscheibe                   |
|    | 23 | unterer Gehäusedeckel               |
| 15 | 24 | innerer Gehäusemantel               |
|    | 25 | Gehäusedeckel                       |
|    | 26 | zentrale Deckelöffnung              |
|    | 27 | Erhöhung                            |
|    | 28 | Erhöhung                            |
| 20 | 29 | Öffnung der Isolationsplatte        |
|    | 30 | obere Druckplatte                   |
|    | 31 | Druckplattenboden                   |
|    | 32 | Druckplattenrand                    |
|    | 33 | zentrale Druckplattenöffnung        |
| 25 | 40 | Elektrodenstapel                    |
|    | 41 | Kathodenschicht                     |
|    | 42 | Anodenschicht                       |
|    | 43 | Separatorschicht                    |
|    | 44 | Laschen                             |
| 30 | 50 | untere Druckplatte                  |
|    | 51 | Druckplattenrand                    |
|    | 52 | Druckplattenboden                   |
|    | 53 | zentrale Druckplattenöffnung        |
|    | 54 | Rohrstutzen                         |

- 55 Einkerbung
- 60 Membranplatte
- 61 zentrale Ausnehmung

Patentansprüche

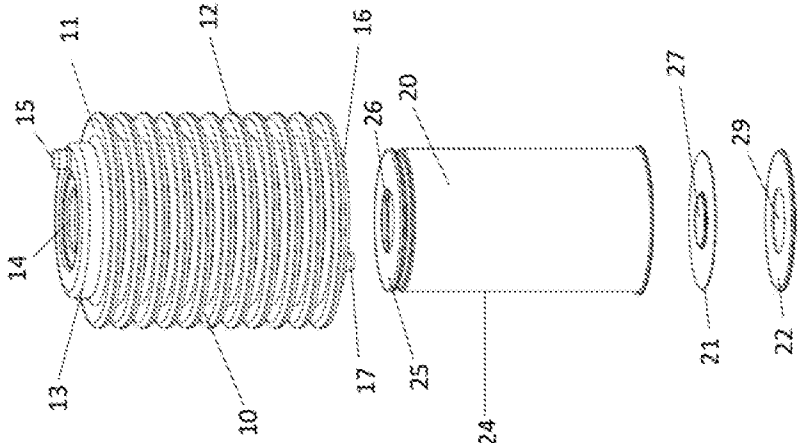
1. Eine elektrochemische Speicherzelle umfassend:
- 5       – ein Gehäuse (20) mit einem äußeren Gehäusemantel (24), wobei der äußere Gehäusemantel (24) einen Faltenbalg (10) umfasst,
- einen Elektrodenstapel (40), der in einem Innenraum des Gehäuses (20) angeordnet ist, und
- 10       – eine erste Druckplatte (50), die mit dem äußeren Gehäusemantel (11) verbunden ist und eingerichtet ist, vermittelt durch eine elastische Verformung des Faltenbalgs (10), einen Kompressionsdruck auf den Elektrodenstapel (40) auszuüben.
2. Die Speicherzelle nach Anspruch 1, wobei
- 15       – die erste Druckplatte (50) entlang einer Stapelrichtung des Elektrodenstapels (40) beweglich Gehäuse angeordnet ist und mit einem Gehäuseboden (23) fest verbunden ist,
- die erste Druckplatte (50) eingerichtet ist, vermittelt durch die elastische Verformung des Faltenbalgs (10), den Kompressionsdruck auf eine Unterseite des Elektrodenstapels (40) auszuüben.
- 20 3. Die Speicherzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
- eine zweite Druckplatte (30) mit einem Gehäusedeckel (25) unbeweglich im Gehäuse (20) verbunden ist und auf einer Oberseite des Elektrodenstapels (40) aufliegt, und
- 25       – die zweite Druckplatte (30) eingerichtet ist, einen dem Kompressionsdruck entgegengerichteten Druck auf den Elektrodenstapel (40) auszuüben.
4. Die Speicherzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
- 30       – das Gehäuse (20) doppelwandig ist und einen Gehäusezwischenraum umfasst, der durch den äußeren Gehäusemantel (11) und einem inneren Gehäusemantel (24) begrenzt ist,
- der Elektrodenstapel (40) in einem vom inneren Gehäusemantel (24) begrenzten Innenraum des Gehäuses (20) angeordnet ist, und
- der Gehäusezwischenraum zur Aufnahme eines Temperiermittels eingerichtet ist.

5. Die Speicherzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
- der Gehäuseboden doppelwandig und zur Aufnahme des Temperiermittels eingerichtet ist,
- 5
- eine innere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens mit dem inneren Gehäusemantel (24) verbunden ist,
  - eine äußere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens mit dem äußeren Gehäusemantel (11) verbunden ist und
  - die erste Druckplatte (30) über eine gemeinsame Verbindungsstelle mit der inneren
- 10
- und der äußeren Wand des doppelwandigen Gehäusebodens verbunden ist.
6. Die Speicherzelle nach Anspruch 5, wobei die innere Wand des doppelwandigen Gehäusebodens eine Membranplatte (60) umfasst.
- 15
7. Die Speicherzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
- das Gehäuse an einer Oberseite einen ersten Anschluss (15) zur Aufnahme des Temperiermittels aufweist,
  - das Gehäuse an einer Unterseite einen zweiten Anschluss (17) zur Aufnahme des Temperiermittels aufweist, und
- 20
- das Gehäuse (20) eingerichtet ist, für eine Temperiermittelströmung zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss.
8. Die Speicherzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Faltenbalg im Wesentlichen parallele Faltenwellen (12) aufweist.
- 25
9. Die Speicherzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Faltenbalg im Wesentlichen spiralförmige Faltenwellen (12) aufweist.
10. Verfahren zum Einstellen eines Kompressionsdrucks einer elektrochemischen Speicherzelle, umfassend die Schritte:
- 30
- Bereitstellen einer elektrochemischen Speicherzelle mit einem Gehäuse (20) mit einem als Faltenbalg (10) eingerichteten äußeren Gehäusemantel (11) und einem in einem Innenraum des Gehäuses (20) angeordneten Elektrodenstapel (40),

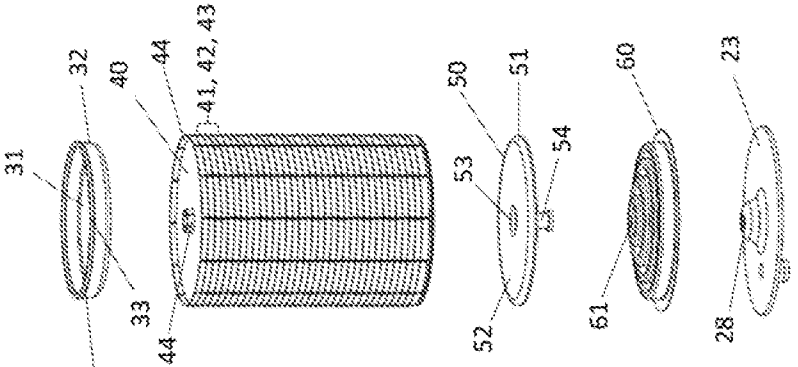
5

- Einstellen des Kompressionsdruck durch Eingreifen eines Verpresswerkzeugs in den Faltenbalg (10), wobei eine erste Druckplatte (30), die mit dem äußeren Gehäusemantel (11) verbunden ist, den Kompressionsdruck vermittelt durch eine elastische Verformung des Faltenbalgs (10) auf den Elektrodenstapel (40) ausübt und
- Verschließen des Gehäuses (20) bei dem eingestellten Kompressionsdruck.

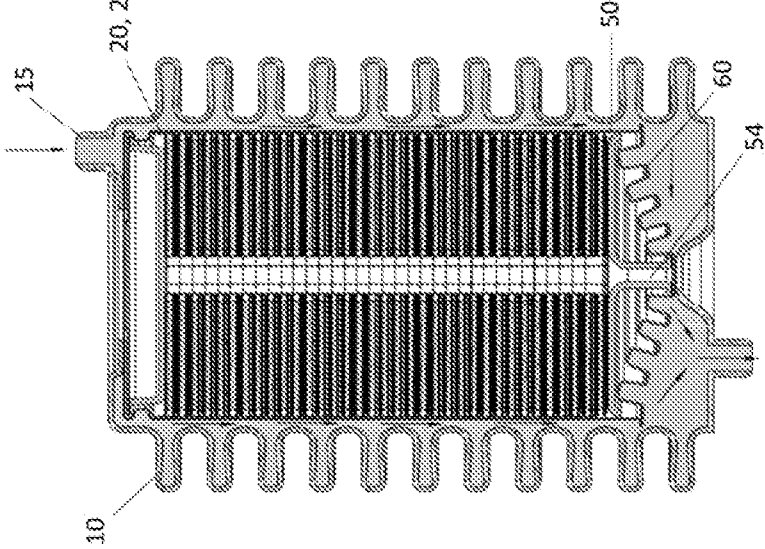
Figur 1A



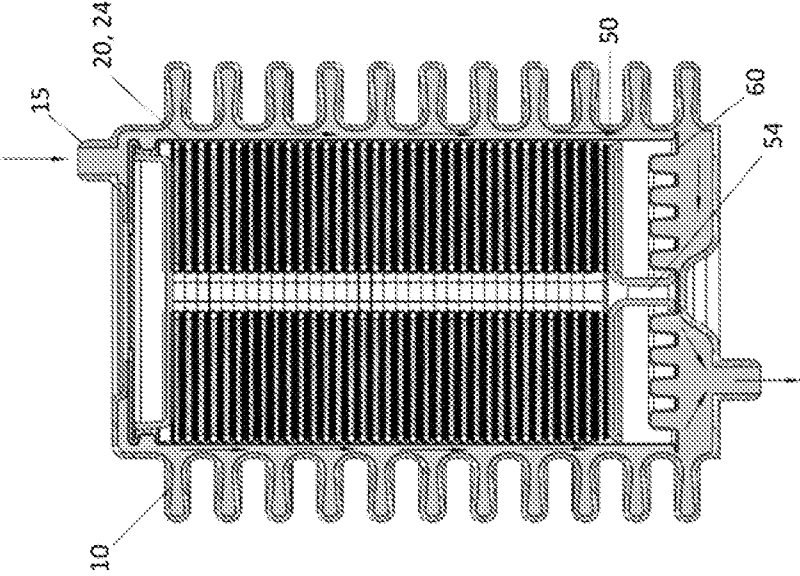
Figur 1B



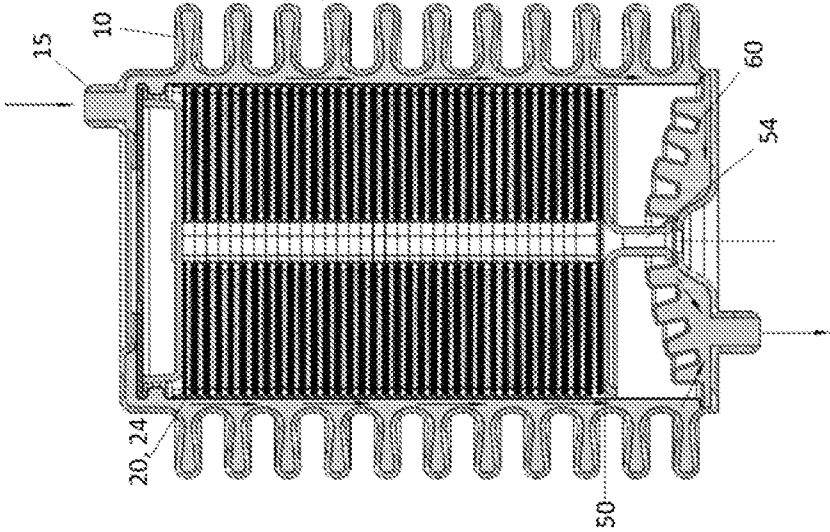
Figur 2A



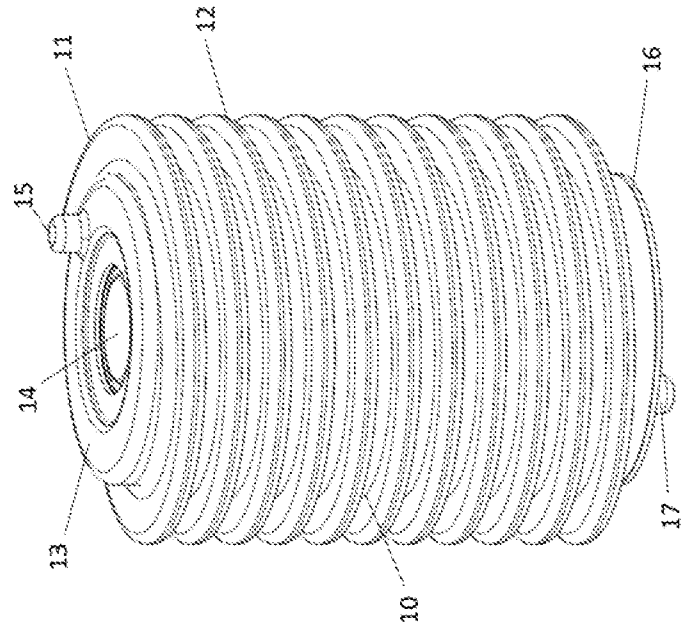
Figur 2B



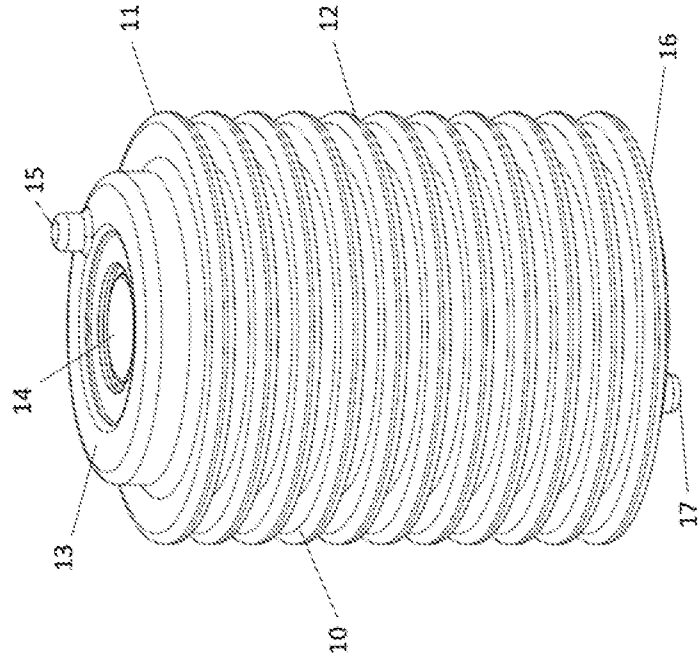
Figur 2C

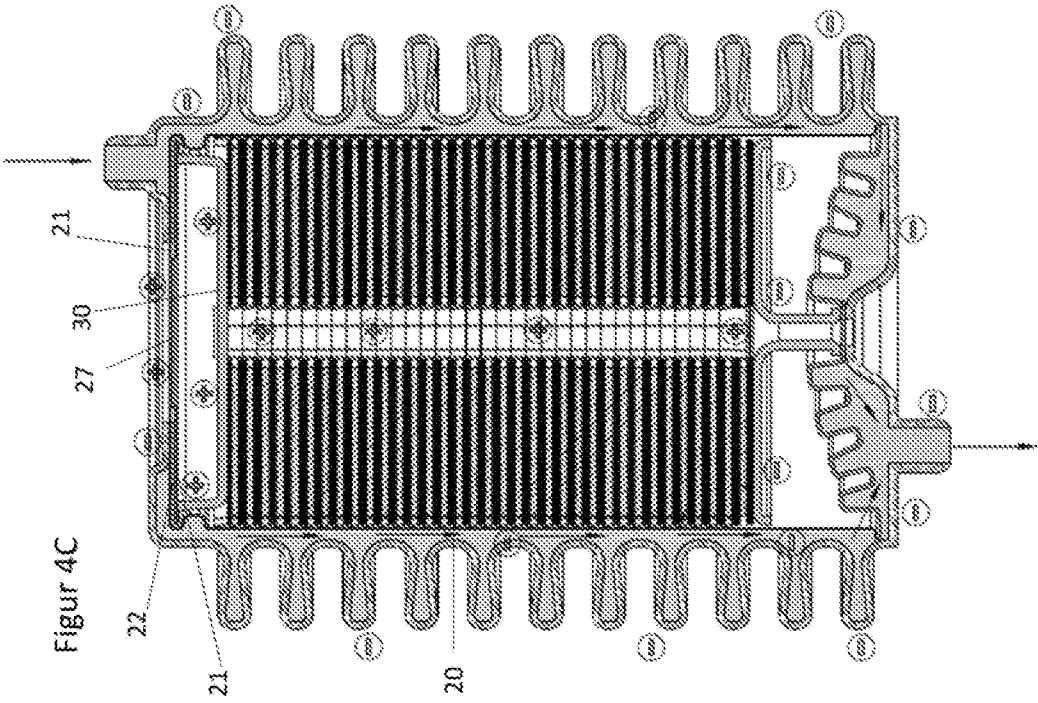


Figur 3B

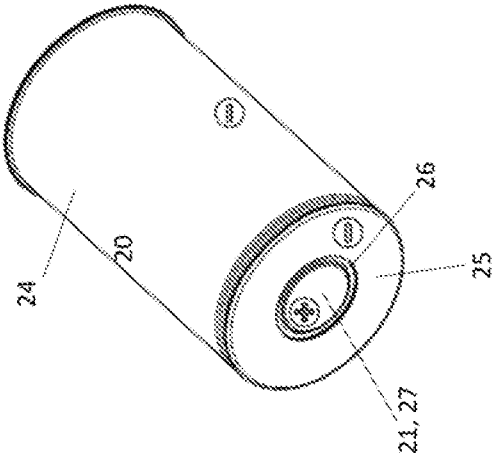


Figur 3A

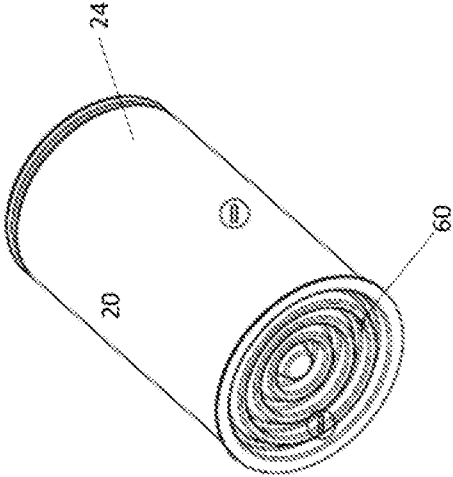




Figur 4B



Figur 4A



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100426

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                     |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>H01M 50/102</b> (2021.01)i; <b>H01M 10/04</b> (2006.01)i; <b>H01M 10/613</b> (2014.01)i; <b>H01M 10/64</b> (2014.01)i;<br><b>H01M 10/6556</b> (2014.01)i; <b>H01M 10/6567</b> (2014.01)i<br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                     |                                                                               |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H01M<br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |                                                                               |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                               |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                  | Relevant to claim No.                                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 102020108136 B3 (DAIMLER AG [DE]) 17 June 2021 (2021-06-17)<br>paragraphs [0001], [0018], [0027], [0046], [0047], [0051], [0056]<br>figures 3, 4 | 1-3,8,10                                                                      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 102014226260 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 June 2016 (2016-06-23)<br>figure 1<br>paragraphs [0007], [0026], [0027]                              | 1-3,8                                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 110391483 A (WITZENMANN GMBH) 29 October 2019 (2019-10-29)<br>the whole document                                                                 | 1-10                                                                          |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |                                                                               |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <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<br><b>14 November 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br><b>29 November 2024</b> |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br><b>European Patent Office</b><br><b>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk</b><br><b>Netherlands (Kingdom of the)</b><br>Telephone No. (+31-70)340-2040<br>Facsimile No. (+31-70)340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                     | Authorized officer<br><b>Gregori, Giuliano</b><br>Telephone No.               |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/DE2024/100426**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| DE                                        | 102020108136 | B3 | 17 June 2021                         | CN                      | 115362584    | A  | 18 November 2022                     |
|                                           |              |    |                                      | DE                      | 102020108136 | B3 | 17 June 2021                         |
|                                           |              |    |                                      | EP                      | 4128409      | A1 | 08 February 2023                     |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2023115565   | A1 | 13 April 2023                        |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2021190837   | A1 | 30 September 2021                    |
| -----                                     |              |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| DE                                        | 102014226260 | A1 | 23 June 2016                         | NONE                    |              |    |                                      |
| -----                                     |              |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| CN                                        | 110391483    | A  | 29 October 2019                      | CN                      | 110391483    | A  | 29 October 2019                      |
|                                           |              |    |                                      | DE                      | 102018109420 | A1 | 31 January 2019                      |
| -----                                     |              |    |                                      |                         |              |    |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                        |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | H01M50/102      H01M10/04      H01M10/613      H01M10/64      H01M10/6556                                                                                              |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | H01M10/6567                                                                                                                                                            |                                                        |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                     | Betr. Anspruch Nr.                                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DE 10 2020 108136 B3 (DAIMLER AG [DE])<br>17. Juni 2021 (2021-06-17)<br>Absätze [0001], [0018], [0027], [0046],<br>[0047], [0051], [0056]<br>Abbildungen 3, 4<br>----- | 1-3,8,10                                               |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DE 10 2014 226260 A1 (BOSCH GMBH ROBERT<br>[DE]) 23. Juni 2016 (2016-06-23)<br>Abbildung 1<br>Absätze [0007], [0026], [0027]<br>-----                                  | 1-3,8                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 110 391 483 A (WITZENMANN GMBH)<br>29. Oktober 2019 (2019-10-29)<br>das ganze Dokument<br>-----                                                                     | 1-10                                                   |
| <div><input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| <div><div>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br/>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br/>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>"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)<br/>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br/>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</div><div>"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<br/>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br/>"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<br/>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</div></div> |                                                                                                                                                                        |                                                        |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                        | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts    |
| 14. November 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        | 29/11/2024                                             |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                        | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Gregori, Giuliano |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100426

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102020108136 B3                                 | 17-06-2021                    | CN 115362584 A                    | 18-11-2022                    |
|                                                    |                               | DE 102020108136 B3                | 17-06-2021                    |
|                                                    |                               | EP 4128409 A1                     | 08-02-2023                    |
|                                                    |                               | US 2023115565 A1                  | 13-04-2023                    |
|                                                    |                               | WO 2021190837 A1                  | 30-09-2021                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102014226260 A1                                 | 23-06-2016                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| CN 110391483 A                                     | 29-10-2019                    | CN 110391483 A                    | 29-10-2019                    |
|                                                    |                               | DE 102018109420 A1                | 31-01-2019                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |