

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50342/2022  
(22) Anmeldetag: 13.05.2022  
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2024

(51) Int. Cl.: **H01M 50/289** (2021.01)  
**H01M 50/40** (2021.01)  
**H01M 50/209** (2021.01)  
**H01M 10/0585** (2010.01)  
**H01M 10/625** (2014.01)  
**H01M 10/0563** (2010.01)  
**H01M 10/0565** (2010.01)  
**H01M 10/613** (2014.01)  
**H01M 10/615** (2014.01)  
**H01M 10/617** (2014.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102019110141 A1  
US 2021135317 A1  
EP 3944402 A1  
DE 102011015152 A1

(73) Patentinhaber:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
PROCHAZKA Wenzel Dr. techn.  
8010 Graz (AT)  
KOHLS Wolfram Dr.  
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Hartinger Mario Dipl.-Ing.  
8020 Graz (AT)

### (54) Batteriepack und Kraftfahrzeug

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Batteriepack (10) aufweisend ein Batteriepackgehäuse (12), einen Batterieanschluss (22), und eine Vielzahl von elektrisch miteinander und mit dem Batterieanschluss (22) verbundenen und hintereinander angeordneten Elektrodenstapeln (30), welche in dem Batteriepackgehäuse (12) aufgenommen sind, wobei jeder der Elektrodenstapel (30) ein Anodenelement (31) mit einem anodischen Aktivmaterial (32) und einem anodischen Stromableiter (33), ein Kathodenelement (34) mit einem kathodischen Aktivmaterial (35) und einem kathodischen Stromableiter (36) und ein Separatorelement (37) zwischen dem Anodenelement (31) und dem Kathodenelement (34) umfasst. Zwischen den hintereinander angeordneten Elektrodenstapeln (30) sind in dem Batteriepackgehäuse (12) Volumenkompensationselemente (40) zum Kompensieren von Volumenänderungen der Elektrodenstapel (30) angeordnet.

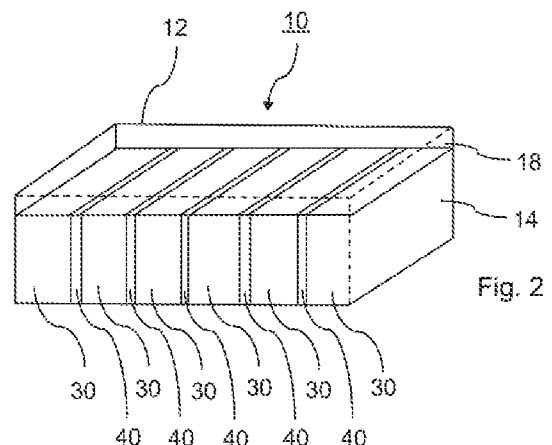


Fig. 2

## Beschreibung

### BATTERIEPACK UND KRAFTFAHRZEUG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Batteriepack und ein Kraftfahrzeug mit einem Batteriepack.

**[0002]** Der aus dem Stand der Technik bekannte modulare Aufbau von Batteriepacks in batterieelektrischen Fahrzeugen zeichnet sich dadurch aus, dass einzelne Batteriezellen zu Batteriemodulen zusammengesetzt sind. Das eigentliche Batteriepack ergibt sich aus dem Verbund mehrerer miteinander verschalteter Batteriemodule. Diese modulare Batteriearchitektur bietet Vorteile aus Produktkonfigurations- und Montagesicht, weil durch die Variation der Modulanzahl eine einfache Skalierbarkeit des Batteriepacks gewährleistet ist, ohne grundlegende Änderungen der Grundstruktur des Batteriepacks vornehmen zu müssen. Insbesondere Elektro-Plattformen von Kraftfahrzeugherstellern basieren auf der applikationsabhängigen Adaption der Batteriepackgröße durch die Anpassung der Anzahl von Modulen.

**[0003]** Eine bekannte Weiterentwicklung von Traktionsbatterien für Kraftfahrzeuge auf Lithium-Ionen-Basis ist die Optimierung der Batteriepack-Architektur durch die Elimination von Batteriemodulen. Dies erzielt die sog. Cell-to-Pack-Technologie. Es wird also ein Batteriepack bereitgestellt, bei dem die Batteriezellen direkt in das Batteriepackgehäuse, also ohne Batteriemodule, eingesetzt sind. Dies erzielt gegenüber der Batteriemodularchitektur Verbesserungen hinsichtlich Kosten und Energiedichte der Batteriepacks.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Batteriepack in einfacher Art und Weise zu verbessern, insbesondere hinsichtlich der Kosten und Energiedichte des Batteriepacks.

**[0005]** Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Batteriepack mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Batteriepack beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug und umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten wechselseitig Bezug genommen wird oder werden kann.

**[0006]** Erfindungsgemäß ist ein Batteriepack aufweisend ein Batteriepackgehäuse, einen Batterieanschluss, und eine Vielzahl von elektrisch miteinander und mit dem Batterieanschluss verbundenen und hintereinander, also elektrisch seriell angeordneten Elektrodenstapeln, welche in dem Batteriepackgehäuse aufgenommen sind, vorgesehen. Dabei weist jeder der Elektrodenstapel ein Anodenelement mit einem anodischen Aktivmaterial und einem anodischen Stromableiter, ein Kathodenelement mit einem kathodischen Aktivmaterial und einem kathodischen Stromableiter und ein Separatorelement zwischen dem Anodenelement und dem Kathodenelement auf. Zwischen den hintereinander angeordneten Elektrodenstapeln in dem Batteriepackgehäuse sind Volumenkompensationselemente zum Kompensieren von Volumenänderungen und zur elektrischen Isolierung der Elektrodenstapel angeordnet.

**[0007]** Mit dem erfindungsgemäßen Batteriepack wird damit eine hinsichtlich Energiedichte und Kosten besonders vorteilhafte Batteriepackarchitektur bereitgestellt, in der die Elektrodenstapel ohne Batteriemodule oder Batteriezellengehäuse direkt in dem Batteriepackgehäuse selbst angeordnet sind. Man könnte insoweit auch von einer Electrode-to-Pack-Technologie sprechen, bei der weder Batteriemodule noch Batteriezellengehäuse für die Elektroden vorgesehen sind, sondern die Elektrodenstapel direkt in dem Batteriepackgehäuse des Batteriepacks angeordnet sind. Dies erlaubt eine einfache, weniger komplexe, schnellere und günstigere Integration der Elektroden in das Batteriepack.

**[0008]** Eine Herausforderung bei der vorgeschlagenen Batteriepackarchitektur, insbesondere wenn die Elektrodenstapel dicht an dicht gepackt sind, um eine hohe Energiedichte zu erzielen, ist, dass das Volumen der Elektrodenstapel sich während des Betriebs ändert, hauptsächlich aus

zwei Gründen: Atmung und Schwellung. Die Atmung entsteht bei einer Lithium-Ionen-Technologie des Batteriepacks, auf der dieser vorzugsweise beruht, durch die Bewegung der Lithium-Ionen von einer Elektrode des Elektrodenstapels zur anderen Elektrode des Elektrodenstapels, welche vorliegend als Anoden- und Kathodenelemente bezeichnet werden. Sie bewirkt, dass das von den Elektrodenstapeln belegte Volumen größer ist, wenn das Batteriepack vollständig geladen ist, da sich das Anodematerial bei Aufnahme der Lithium-Ionen volumetrisch stärker ausdehnt als das Kathodenmaterial. Die durch die Atmung verursachten Volumenänderungen sind reversibel. Unter Schwellung wird dagegen eine irreversible Vergrößerung des von den Elektrodenstapeln eingenommenen Bereichs in dem Batteriepack aufgrund der Alterung dieser verstanden.

**[0009]** Die Elektrodenstapel können dabei in dem Batteriepackgehäuse eingespannt sein. Beispielsweise können die Elektrodenstapel an den jeweiligen Anodenelementen und Kathodenelementen und/oder an den Stromableitern eingespannt sein. Diese Einspannung kann durch die Hintereinanderreihung der Elektrodenstapel derart erfolgen, dass die Elektrodenstapel und die Volumenkompensationselemente jeweils in Berührungskontakt miteinander stehen können, insbesondere dicht an dicht angeordnet sind. Eine Einspannung der Elektrodenstapel kann aber auch zusätzlich oder alternativ beispielsweise an Innenwandungen des Batteriepackgehäuses erfolgen. So können die Elektrodenstapel einer gewissen Vorspannung ausgesetzt werden. Die Volumenveränderung führt dann zu Spannungen auf den Oberflächen von Anodenelement und Kathodenelement in den Elektrodenstapeln in dem Batteriepackgehäuse. Solche Spannungen wirken sich negativ auf die Lebensdauer des Batteriepacks aus und können sogar einen internen Kurzschluss verursachen, der das Batteriepack schlimmstenfalls unbrauchbar machen und einerseits zu einem thermischen Durchgehen oder einer Explosion führen kann, oder andererseits es durch Gaseinschlüsse zu einer vorschnellend Alterung des Batteriepacks kommen kann.

**[0010]** Die vorstehenden Auswirkungen werden dabei vorliegend durch die Volumenkompensationselemente verhindert oder zumindest signifikant reduziert, indem die Volumenänderungen der einzelnen Elektrodenstapel durch diese kompensiert werden. Den Elektrodenstapeln wird durch die Volumenkompensationselemente dabei Raum für deren Atmung und Schwellung gegeben. Dadurch wird ein kompaktes, einfaches und kostengünstiges Batteriepack bereitgestellt, welches eine besonders hohe Energiedichte aufweist.

**[0011]** Vorzugsweise ist das Batteriepack ein wiederaufladbares Batteriepack. Mit anderen Worten kann es sich bei dem Batteriepack ganz besonders um ein Akkupack handeln. Als elektrochemische Batterietechnologie des Batteriepacks kann beispielsweise die bereits erwähnte Lithium-Ionen-Technologie oder jede andere elektrochemische Technologie eingesetzt werden.

**[0012]** Das Batteriepack kann insbesondere eine Kraftfahrzeugbatterie sein, also eine Batterie, welche im Kraftfahrzeug einsetzbar ist. Ganz besonders kann es sich beim Batteriepack ferner um eine Traktionsbatterie handeln, die beispielsweise für ein Kraftfahrzeug eingerichtet sein kann. Das Batteriepack kann aber auch für andere Anwendungen, bei denen eine hohe Batteriekapazität gefordert ist, eingesetzt werden. So kann das Batteriepack beispielsweise für maritime Anwendungen, Züge, Flugzeuge und/oder stationäre Anwendungen eingerichtet sein.

**[0013]** Vorzugsweise ist das Batteriepack ein selbstständig funktionsfähiger Batteriespeicher. Das meint, dass das Batteriepack Elektronik zum Laden und Entladen der darin beinhalteten Elektrodenstapel mittels des Batterieanschlusses aufweist. Ganz besonders kann das Batteriepack zudem ein Batteriemanagementsystem und/oder ein Temperiersystem aufweisen, wie später näher erläutert wird, um weitere wichtige Funktionen in dem Batteriepack zu ermöglichen.

**[0014]** Ganz besonders kann vorgesehen sein, dass die Elektrodenstapel einzig durch das Batteriepackgehäuse eingehaust sind. Es sind also nicht nur keine Batteriemodule oder Batteriezelengehäusen, etwa in Form von prismatischen Zellengehäusen oder Pouch-Zellengehäusen, auch Coffee Bags genannt, in dem Batteriepack vorgesehen, welche die Elektrodenstapel einhausen würden, sondern es ist bis auf das Batteriepackgehäuse gar keine weitere allseitige Einhausung vorgesehen.

**[0015]** Dabei wird Gehäuse oder Einhausung anhand seiner Funktion verstanden, die darin befindlichen Gegenstände durch beständige Wandungen gegen äußere Einwirkungen vor Beschädigungen zu schützen und vorzugsweise den Eintritt oder Austritt von Fluiden aus dem Gehäuse oder der Einhausung zu unterbinden oder zu kontrollieren. Die Elektrodenstapel sind also unmittelbar und direkt von dem Batteriepackgehäuse eingehaust, sodass das Batteriepackgehäuse diese vorzugsweise zusammenhält, vor mechanischen Schäden schützt und das Batteriepackgehäuse bei der Verwendung von Flüssigelektrolyt vorzugsweise auch im Wesentlichen dicht gegen Flüssigkeitsaustritt ist. Nicht notwendigerweise ist jedoch eine Dichtigkeit gegen Gasaustritt erforderlich, sehr wohl aber gegen Eintritt von außen, wie beispielsweise Wasserdampf. Auch können Auslässe vorgesehen sein, beispielsweise Gasauslässe, etwa mittels entsprechender Ventile, zum Druckablassen für die Vermeidung eines thermischen Durchgehens.

**[0016]** Vorteilhafterweise weisen die Volumenkompensationselemente ein kompressibles Material auf. Insbesondere können die Volumenkompensationselemente aus diesem Material bestehen. Bei einem kompressiblem Material ist die Dichte und somit auch das Volumen des Materials druckabhängig. Möglich ist beispielsweise, dass es sich bei dem kompressiblen Material beispielsweise um einen Feststoff handelt.

**[0017]** Vorteilhafterweise kann das kompressible Material einlagig ausgebildet sein. Entsprechend kann das Volumenkompensationselement aus einem einlagigen, kompressiblen Material ausgebildet sein. Das einlagige Material kann vergleichsweise dünn ausfallen, sodass trotz der Volumenkompensationselemente zwischen den Elektrodenstapeln viel Bauraum für Elektrodenstapel verbleibt, damit eine hohe Energiedichte erzielt werden kann. Dies schließt nicht aus, dass das kompressible Material von einer Hülle, insbesondere sehr dünnen Hülle, umgeben wird, die das kompressible Material darin vor der Umgebung schützt und zusammenhält. Eine derartige Hülle kann chemisch resistent oder inert gegenüber einem Elektrolyten in dem Batteriepack sein und/oder elektrisch isolierend sein.

**[0018]** Möglich ist auch, dass das kompressible Material ein Gas ist, welches jeweils in einer Hülle jedes Volumenkompensationselements aufgenommen ist. Der Einsatz eines kompressiblen Gases, welches in einer insbesondere gasdichten, ganz besonders fluiddichten, Hülle des Volumenkompensationselements aufgenommen ist, ist kostengünstig und bedingt wenig Gewicht, weil es viele kostengünstige und leichte Gase gibt, welche kompressibel sind. Zudem haben viele Gase eine sehr hohe Kompressibilität, die weit über die Kompressibilität von Feststoffen oder Flüssigkeiten hinausgeht, sodass sich diese besonders gut eignen.

**[0019]** Der Elektrodenstapel kann von einer in dem Batteriepackgehäuse aufgenommenen Elektrolytflüssigkeit umgeben sein oder die Elektrodenstapel Festkörperelektrolyten umfassen. Insofern kann der Ionenleiter zwischen den Elektroden des Elektrodenstapels mittels Flüssigelektrolyt oder Festkörperelektrolyt bereitgestellt werden. In beiden Fällen kann der Elektrolyt direkt in dem Batteriepackgehäuse bereitgestellt sein, sodass das Batteriepackgehäuse zugleich den Elektrolyten beinhaltet und im Falle von Flüssigelektrolyt abgedichtet ist, sodass der Flüssigelektrolyt nicht aus dem Batteriepackgehäuse entweichen kann.

**[0020]** Bei der Variante des Flüssigelektrolyten ist vorteilhaft, wenn die Volumenkompensationselemente für die Elektrolytflüssigkeit durchlässig sind und/oder zwischen Innenwandungen des Batteriepackgehäuses und den Volumenkompensationselementen zumindest für die Elektrolytflüssigkeit durchlässige Spalte ausgebildet sind. Die Durchlässigkeit in den Volumenkompensationselementen kann beispielsweise durch entsprechende Öffnungen oder Löcher, entweder in mikroskopischer oder makroskopischer Größe, vorgesehen werden. So kann sichergestellt werden, dass die Elektrolytflüssigkeit ungehindert in dem Batteriepackgehäuse an den unterschiedlichen Elektrodenstapeln bereitgestellt werden kann.

**[0021]** Vorteilhaft ist ferner, wenn die Volumenkompensationselemente aus einem im Wesentlichen saugfähigen Material und/oder im Wesentlichen chemisch beständigem Material ausgebildet sind. Diese Eigenschaften können sich bei einer Ausführung der Volumenkompensationselemente mit Hülle und kompressiblem Medium auf die Hülle und/oder das kompressible Medium beziehen. Saugfähig ist das Gegenteil von saugfähig und bezeichnet, dass das Material kein

Flüssigkeit, in diesem Falle insbesondere Elektrolytflüssigkeit, die in dem Batteriepackgehäuse als Ionenleiter eingesetzt werden kann, aufsaugt. Dadurch wird insbesondere bei einer Variante des Batteriepacks mit Flüssigelektrolyt die Volumenkompensationseigenschaft der Volumenkompensationselemente sichergestellt und ein negativer Einfluss dieser auf das Volumen der Elektrolytflüssigkeit in dem Batteriepack vermieden. Wenn das Material zudem oder alternativ chemisch beständig ist, wird die Langlebigkeit des Batteriepacks sichergestellt, weil die Elektrolytflüssigkeit die Volumenkompensationselemente nicht schädigen kann, sodass deren Funktionsfähigkeit nicht eingeschränkt wird.

**[0022]** Vorteilhaft ist ferner, wenn die Elektrodenstapel und die Volumenkompensationselemente prismatische Grundformen aufweisen. Die prismatischen Grundformen können insbesondere quaderförmige Grundformen sein. Bei diesen Grundformen kann bei der vorgeschlagenen Anordnung von Elektrodenstapeln und Volumenkompensationselementen eine hohe Packungsdichte erzielt werden und gleichzeitig eine sehr gute Volumenkompensation erzielt werden.

**[0023]** Außerdem ist vorteilhaft, wenn die Elektrodenstapel und die Volumenkompensationselemente im Wesentlichen deckungsgleich zueinander sind. Dadurch kann eine Volumenveränderung in jedem Bereich des Elektrodenstapels durch eine diesen überdeckenden Bereich des Volumenkompensationselements kompensiert werden. Im Übrigen lässt sich so eine optimale elektrische Trennung zwischen den einzelnen Elektrodenstapeln erzielen, sodass auf zusätzliche Isolatoren zwischen einzelnen Elektrodenstapeln verzichtet werden kann, wenn dort das Volumenkompensationselement angeordnet ist. Die Volumenkompensationselemente können hierzu elektrisch isolierend sein. Alternativ ist es möglich, dass die Volumenkompensationselemente elektrisch leitfähig sind und als zusätzliche Separatoren für eine Verschaltung mehrerer oder aller Elektrodenstapel miteinander, insbesondere in Reihe, fungieren, wodurch bei Deckungsgleichheit der Elektrodenstapel und Volumenkompensationselemente ein optimaler Elektronenfluss gegeben ist.

**[0024]** Bevorzugt kann das Batteriepackgehäuse als eine im Wesentlichen starre und zumindest das Batteriepack selbst vollständig tragende Tragstruktur ausgebildet sein. Möglich ist ferner, dass die Tragstruktur auch dazu eingerichtet ist, weitere Komponenten, beispielsweise einen Elektromotor, zumindest teilweise zu tragen, wie später näher beschrieben wird. Eine derartig rigide Tragstruktur kann insbesondere aus einem Metall oder einer Metalllegierung, beispielsweise einem Stahl, hergestellt sein. Sie weist zum Erreichen der tragenden Eigenschaften vorzugsweise eine dickere Wandstärke auf, als dies bekannte Batteriepackgehäuse tun, wodurch vorteilhafterweise die Elektrodenstapel in dem Batteriepackgehäuse stabilisiert werden und gut vor äußeren Einwirkungen geschützt sind. Dies ist wichtig, weil diese ohne entsprechende Batteriemodule oder Zellgehäuse ansonsten keinen Schutz gegen mechanische Fremdeinwirkung hätten. Dies aber kann bei verschiedenen Anwendungen des Batteriepacks sehr wichtig sein, so etwa bei Kraftfahrzeugen, bei denen die Batteriepacks einem Fahrzeugcrash ausgesetzt werden können.

**[0025]** Ferner kann vorgesehen sein, dass ein Elektrodenstapel mehrere Anodenelemente, mehrere Kathodenelemente und mehrere Separatorelemente aufweist. Entsprechend muss nicht zwischen je zwei einzelnen Anordnungen aus einem Anodenelement, einem Kathodenelement und einem Separatorelement ein Volumenkompensationselement angeordnet sein. Stattdessen kann vorgesehen sein, dass die Volumenkompensationselemente nur hinter beispielsweise zwei, drei oder mehr solcher Anordnungen aus jeweils einem Anodenelement, einem Kathodenelement und einem Separatorelement angeordnet sind, um die Volumenänderungen eines Elektrodenstapels mit mehreren Anodenelementen, Kathodenelementen und Separatorelementen zu kompensieren. Das Volumenkompensationselement kann dazu entsprechend mit einer größeren Stärke und/oder höheren Kompressibilität ausgebildet werden, soweit dies erforderlich ist. Damit kann dennoch Bauraum in dem Batteriepackgehäuse eingespart werden und so kann mehr Bauraum für die Elektroden genutzt werden, sodass die Energiedichte des Batteriepacks bei gleichem Bauraum erhöht werden kann. Alternativ ist es aber auch möglich, dass ein Elektrodenstapel genau ein Anodenelement, genau ein Kathodenelement und genau ein Separatorelement aufweist und zwischen je zwei solcher Elektrodenstapel ein Volumenkompensationselement angeordnet ist.

**[0026]** Auch kann vorgesehen sein, dass zwischen den Elektrodenstapeln und dem Batterieanschluss ein Batteriemanagementsystem zum Abstimmen und Überwachen der Elektrodenstapel in oder an dem Batteriegehäuse angeordnet ist. Das Batteriemanagementsystem kann es demnach ermöglichen, die einzelnen Elektrodenstapel hinsichtlich ihrer elektrischen Parameter, beispielsweise Spannung, Ladezustand usw., im Lade- und/oder Entladebetrieb des Batteriepacks aufeinander abzustimmen. Das Überwachen kann ebenfalls auf diese elektrischen Parameter hin durch das Batteriemanagementsystem erfolgen, es können aber auch weitere oder andere Funktionen des Batteriemanagementsystems wahrgenommen werden, wie beispielsweise eine Überwachung der Temperatur des Batteriepacks. Ganz besonders können der Batterieanschluss und/oder das Batteriemanagementsystem an einem Deckel oder einer Klappe an dem Batteriepackgehäuse, ganz besonders an einer Oberseite des Batteriepackgehäuses, angeordnet sein. So ist ein einfacher Zugriff auf das Batteriemanagementsystem mit seiner Elektronik ermöglicht. Zudem kann so einfach auf das Innere des Batteriepackgehäuses zugegriffen werden.

**[0027]** Möglich ist ferner, dass ein Batterietemperiersystem zum Temperieren der Elektrodenstapel in oder an dem Batteriegehäuse angeordnet ist. Das Batterietemperiersystem kann ganz besonders an einer Unterseite des Batteriepacks, ganz besonders des Batteriepackgehäuses, angeordnet sein. Es kann sich innerhalb oder außerhalb des Batteriepackgehäuses befinden. Das Batterietemperiersystem ermöglicht das Einhalten der optimalen Betriebstemperatur des Batteriepacks.

**[0028]** Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kraftfahrzeug mit einem elektrischen Antrieb umfassend ein erfindungsgemäßes Batteriepack.

**[0029]** Damit bringt ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf das erfindungsgemäße Batteriepack erläutert worden sind.

**[0030]** Das Kraftfahrzeug ist vorzugsweise ein batterieelektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, bei dem das erfindungsgemäße Batteriepack als eine oder einzige Traktionsbatterie ausgebildet ist und eingesetzt wird. Folglich kann das Batteriepack mit einem Elektromotor oder mehreren Elektromotoren des elektrischen Antriebs des Kraftfahrzeugs elektrisch verbunden sein.

**[0031]** Bevorzugt ist dabei, wenn das Batteriepack als eine im Wesentlichen starre und zumindest sich selbst vollständig tragende Tragstruktur ausgebildet ist und die Tragstruktur in ein Fahrgestell des Kraftfahrzeugs integriert ist. Die Tragstruktur kann auch weitere Komponenten des Kraftfahrzeugs, insbesondere des elektrischen Antriebs, wie beispielsweise einen Elektromotor tragen, die zumindest teilweise an ihr befestigt werden können. So lässt sich der Materialeinsatz und das Gewicht eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs reduzieren, indem das Batteriepackgehäuse als Teil des Fahrgestells eingesetzt wird, statt wie üblich, das Batteriepackgehäuse auf dem Fahrgestell zu befestigen. Das Batteriepackgehäuse kann dabei als tragender Teil des Fahrgestells fungieren.

**[0032]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschreiben sind. Es zeigen schematisch:

**[0033]** Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Batteriepacks,

**[0034]** Fig. 2 eine perspektivische Teilansicht des Batteriepacks aus Fig. 2 mit Ansicht auf einen Elektrodenstapelbereich im Inneren des Batteriepacks,

**[0035]** Fig. 3 eine Explosionsdarstellung eines Teils des Elektrodenstapelbereichs aus Fig. 2,

**[0036]** Fig. 4 einen horizontalen Querschnitt durch das Batteriepack aus Fig. 1, und

**[0037]** Fig. 5 einen horizontalen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugs.

**[0038]** Identische oder funktionsgleiche Elemente sind in den Figuren 1 bis 5 jeweils mit demselben Bezugszeichen bezeichnet.

**[0039]** Figur 1 zeigt ein Batteriepack 10 mit einem Batteriepackgehäuse 12. Das Batteriepack 10 weist einen zwischen einem Batterietemperiersystem 16 in einem unteren Bereich und einem Batterieschaltungsbereich 18 in einem oberen Bereich angeordneten Elektrodenstapelbereich 14 auf, in dem Elektrodenstapel 30 (siehe Fig. 2) angeordnet sind. Die Elektrodenstapel 30 sind hier genauso wie andere Komponenten lediglich der besseren Anschaulichkeit halber vergleichsweise überdimensioniert gezeigt.

**[0040]** Das Batterietemperiersystem 16 unterhalb der Elektrodenstapel 30 ist wärmetechnisch mit den Elektrodenstapeln 30 gekoppelt und stellt an der Unterseite des Elektrodenstapelbereichs 14 je nach Betriebssituation und Betriebsumgebung eine Kühlung oder Heizung der Elektrodenstapel 30 bereit, um einen effizienten Batteriebetrieb zu ermöglichen. Das Batterietemperiersystem 16 kann insbesondere in dem Batteriepackgehäuse 12 untergebracht sein.

**[0041]** In dem Batterieschaltungsbereich 18, der in der Fig. 2 der besseren Anschaulichkeit des Elektrodenstapelbereichs 14 halber leer gezeigt ist, befindet sich die Verschaltung der Elektrodenstapel 30 miteinander.

**[0042]** Die Verschaltung ist beispielhaft in der Ansicht der Figur 4 des Batteriepacks 10 gezeigt, welche einen horizontalen Querschnitt durch das Batteriepack 10 durch die Oberseite (bezogen auf die Ansicht der Fig. 1 und 2) zeigt und damit eine Draufsicht auf das Innere des Batteriepacks 10 erlaubt. Beispielhaft ist die Verschaltung hier durch Sammelschienen 24 ermöglicht, die die jeweiligen Stromableiter 33, 36 in den Elektrodenstapeln 30 (siehe Fig. 3) elektrisch miteinander verbinden. Prinzipiell können aber auch andere Verschaltungselemente eingesetzt werden, sodass hier lediglich ein illustratives Beispiel veranschaulicht wird. Zudem sind die im Elektrodenstapelbereich 14 in Reihe hintereinander angeordneten Elektrodenstapel 30 auch in Reihe miteinander verschaltet, wobei auch hier andere Schaltanordnungen möglich sind.

**[0043]** Die Verschaltung in dem Batterieschaltungsbereich 18 ist mit einem Batteriemanagementsystem 20 elektrisch verbunden, welcher die Elektrodenstapel 30 für den Batteriebetrieb aufeinander abstimmt und überwacht. Beispielhaft befindet sich an dem Batteriemanagementsystem 20 auch ein Batterieanschluss 22 an der Oberseite des Batteriepacks 10, wobei dieser alternativ auch an einer anderen Seite des Batteriepacks 10 angeordnet sein kann.

**[0044]** Vorteilhafterweise ist das Batteriemanagementsystem 20 dabei zumindest teilweise in eine Klappe oder einen Deckel integriert, der durch Aufklappen einen Zugriff in das Batteriepackgehäuse 12 erlaubt. Dabei können einzelne oder sämtliche Leiterplatten des Batteriemanagementsystems 20 in die Klappe oder den Deckel integriert sein.

**[0045]** Mittels eines entsprechenden Kabels, das an den Batterieanschluss 22 angeschlossen wird, kann das Batteriepack 10 geladen und entladen werden. Möglich ist selbstverständlich zudem, dass mehrere Batterieanschlüsse 22 (nicht gezeigt) vorgesehen sind, beispielsweise einer zum Laden und einer zum Entladen.

**[0046]** Figur 3 zeigt einen möglichen Aufbau der Elektrodenstapel 30 in dem Batteriepack 10 anhand einer Explosionsdarstellung. Die Elektrodenstapel 30 umfassen jeweils ein Anodenelement 31 als eine Elektrode, auf der ein anodisches Aktivmaterial 32 angeordnet ist und von dem ein anodischer Stromableiter 33, vorliegend in Form einer Lasche oder eines sog. elektrischen Tabs, abgeht. Auch umfassen die einzelnen Elektrodenstapel 30 ein Kathodenelement 34 als Elektrode, auf dem ein kathodisches Aktivmaterial 35 angeordnet ist und von dem ein kathodischer Stromableiter 36, vorliegend ebenfalls in Form einer Lasche oder eines sog. elektrischen Tabs, abgeht. Zwischen dem Anodenelement 31 und dem Kathodenelement 34 ist jeweils ein Separator 37 angeordnet.

**[0047]** Zwischen je zwei von derart aufgebauten Elektrodenstapeln 30, die in Reihe hintereinander in dem Batteriepackgehäuse 12 aufgenommen sind und prismatische Grundformen aufweisen, befinden sich vorliegend Volumenkompensationselemente 40. Diese Volumenkompensationselemente 40 dienen dem Kompensieren von beim Laden und Entladen der Batterie auftretenden Volumenänderungen der Elektrodenstapel 30 in Folge von Atmen und Schwellen der darin befindlichen Aktivmaterialien 32, 35.

**[0048]** Die Volumenkompensationselemente 40 können für die Volumenkompensation ein kompressibles Medium aufweisen oder aus einem solchen bestehen. Möglich ist beispielsweise der Einsatz eines Feststoffs oder eines Gases als kompressibles Medium, welches einlagig zwischen benachbarte Elektrodenstapel 30 eingesetzt werden kann. Das kompressible Medium kann auch in eine Hülle (nicht gezeigt) des Volumenkompensationselements 40 eingefügt sein. Das kompressible Material und/oder die Hüllen können zudem chemisch beständig, elektrisch isolierend oder leitfähig, temperaturbeständig, mit Öffnungen oder Löchern versehen und/oder saugunfähig sein.

**[0049]** Vorzugsweise ist das Batteriepackgehäuse 12 vergleichsweise starr ausgebildet, was durch entsprechende Materialwahl, insbesondere ein Metall oder eine Metallegierung, wie beispielsweise Stahl, erfolgen kann. Auch durch eine hohe Wandstärke kann ein starres Batteriepackgehäuse 12 bereitgestellt werden. Beispielsweise kann das Batteriepackgehäuse 12 eine Wandstärke von zumindest 5 mm, ganz besonders zumindest 10 mm und ferner ganz besonders von zumindest 15 mm aufweisen. Dadurch wird es auch möglich, dass das Batteriepackgehäuse 12 das Batteriepack 10 mit sämtlichen seiner Komponenten selbst tragen kann, also das Batteriepackgehäuse 12 als eine das Batteriepack 10 vollständig tragende Tragstruktur ausgebildet ist.

**[0050]** Vorteilhafterweise wird ein derartiges Batteriepackgehäuse 12 in dem Kraftfahrzeug 100 der Figur 5 eingesetzt, die einen horizontalen Querschnitt durch das Kraftfahrzeug 100 in einem Bereich seines Fahrgestells 102 oder Chassis zeigt. Das als die Tragstruktur ausgebildete Batteriepackgehäuse 12 ist in das Fahrgestell 102 integriert und trägt dabei nicht nur sich selbst, sondern zumindest teilweise auch einen Elektromotor 104 eines elektrischen Antriebssystems des Kraftfahrzeugs 100. Der Elektromotor 104 ist elektrisch mit dem Batteriepack 10 verbunden und treibt so eine Kraftfahrzeugachse 106 mit daran angeordneten Kraftfahrzeugrädern 108 an.

**[0051]** Die voranstehenden Erläuterungen der Ausführungsformen beschreiben die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Batteriepack
- 12 Batteriepackgehäuse
- 14 Elektrodenstapelbereich
- 16 Batterietemperiersystem
- 18 Batterieschaltungsbereich
- 20 Batteriemanagementsystem
- 22 Batterieanschluss
- 24 Sammelschienen
- 30 Elektrodenstapel
- 31 Anodenelement
- 32 anodisches Aktivmaterial
- 33 anodischer Stromableiter
- 34 Kathodenelement
- 35 kathodisches Aktivmaterial
- 36 kathodischer Stromableiter
- 37 Separator
- 40 Volumenkompensationselement
- 100 Kraftfahrzeug
- 102 Fahrgestell
- 104 Elektromotor
- 106 Kraftfahrzeugachse
- 108 Kraftfahrzeugrad

## Patentansprüche

1. Batteriepack (10) aufweisend ein Batteriepackgehäuse (12), einen Batterieanschluss (22), und eine Vielzahl von elektrisch miteinander und mit dem Batterieanschluss (22) verbundenen und hintereinander angeordneten Elektrodenstapeln (30), welche in dem Batteriepackgehäuse (12) aufgenommen sind, wobei jeder der Elektrodenstapel (30) ein Anodenelement (31) mit einem anodischen Aktivmaterial (32) und einem anodischen Stromableiter (33), ein Kathodenelement (34) mit einem kathodischen Aktivmaterial (35) und einem kathodischen Stromableiter (36) und ein Separatorelement (37) zwischen dem Anodenelement (31) und dem Kathodenelement (34) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den hintereinander angeordneten Elektrodenstapeln (30) in dem Batteriepackgehäuse (12) Volumenkompensationselemente (40) zum Kompensieren von Volumenänderungen der Elektrodenstapel (30) angeordnet sind.
2. Batteriepack (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Batteriepack (10) ein selbständig funktionsfähiger Batteriespeicher ist.
3. Batteriepack (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenstapel (30) einzig durch das Batteriepackgehäuse (12) eingehaust sind.
4. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Volumenkompensationselemente (40) ein kompressibles Material aufweisen.
5. Batteriepack (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das kompressible Material einlagig ausgebildet ist.
6. Batteriepack (10) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das kompressible Material ein Gas ist, welches jeweils in einer Hülle jedes Volumenkompensationselements (40) aufgenommen ist.
7. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenstapel (30) von einer in dem Batteriepackgehäuse (12) aufgenommenen Elektrolytflüssigkeit umgeben sind oder die Elektrodenstapel (30) Festkörperelektrolyten umfassen.
8. Batteriepack (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Volumenkompensationselemente (40) für die Elektrolytflüssigkeit durchlässig sind und/oder zwischen Innenwandungen des Batteriepackgehäuses (12) und den Volumenkompensationselementen (40) zumindest für die Elektrolytflüssigkeit durchlässige Spalte ausgebildet sind.
9. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Volumenkompensationselemente (40) aus einem im Wesentlichen saugunfähigen Material und/oder im Wesentlichen chemisch beständigem Material ausgebildet sind.
10. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrodenstapel (30) und die Volumenkompensationselemente (40) prismatische Grundformen aufweisen und/oder die Elektrodenstapel (30) und die Volumenkompensationselemente (40) im Wesentlichen deckungsgleich zueinander sind.
11. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Batteriepackgehäuse (12) als eine im Wesentlichen starre und zumindest das Batteriepack (10) selbst vollständig tragende Tragstruktur ausgebildet ist.
12. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Elektrodenstapel (30) mehrere Anodenelemente (31), mehrere Kathodenelemente (34) und mehrere Separatorelemente (37) aufweist.
13. Batteriepack (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Elektrodenstapeln (30) und dem Batterieanschluss (22) ein Batteriemanagementsystem (20) zum Abstimmen und Überwachen der Elektrodenstapel (30) und/oder ein Batterietemperiersystem (16) zum Temperieren der Elektrodenstapel (30) in oder an dem Batteriegehäuse (12) angeordnet ist.

14. Kraftfahrzeug (100) mit einem elektrischen Antrieb umfassend ein Batteriepack (10) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche.
15. Kraftfahrzeug (100) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Batteriepack (10) nach Anspruch 10 ausgebildet ist und die Tragstruktur in ein Fahrgestell (102) des Kraftfahrzeugs (100) integriert ist.

**Hierzu 3 Blatt Zeichnungen**

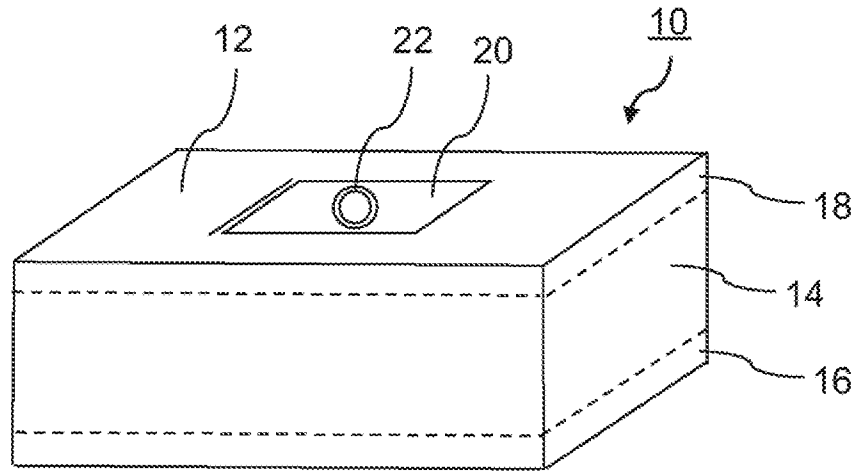


Fig. 1

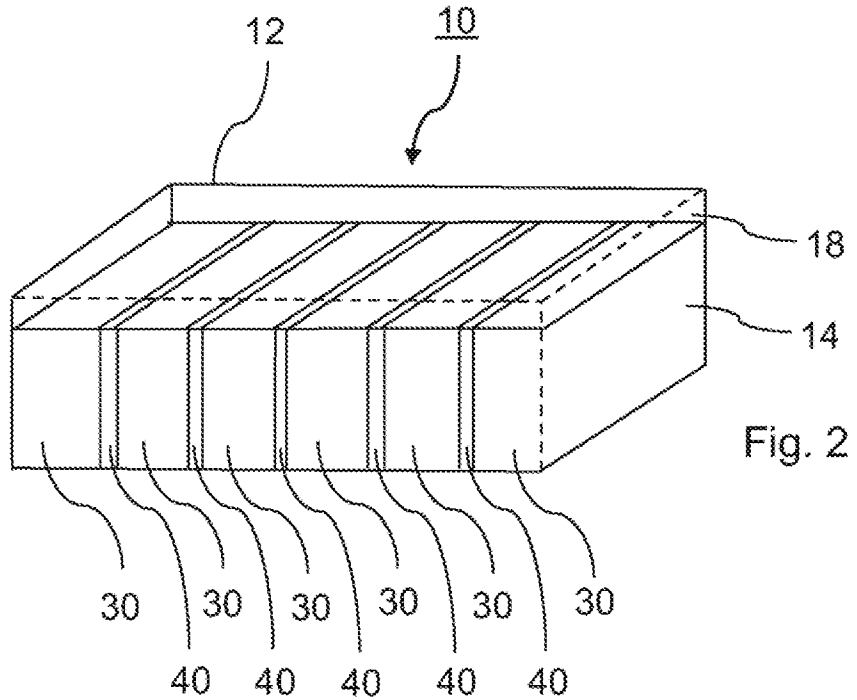


Fig. 2

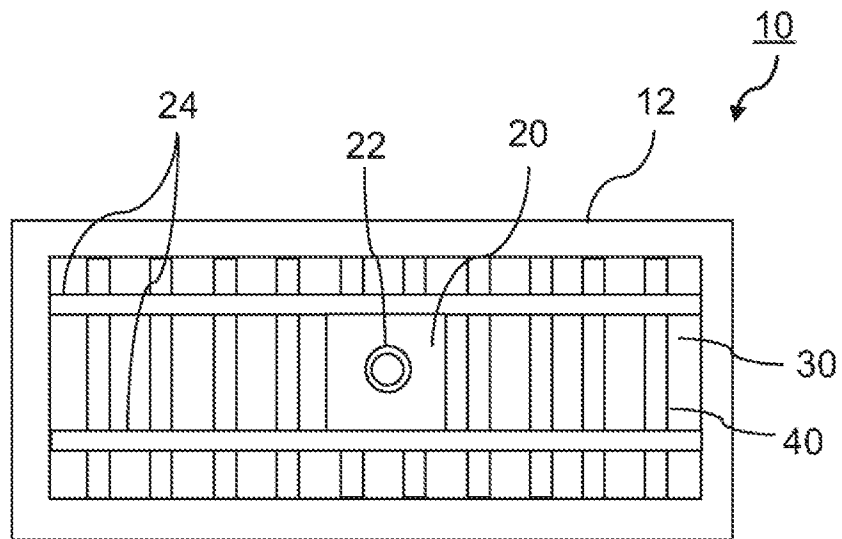
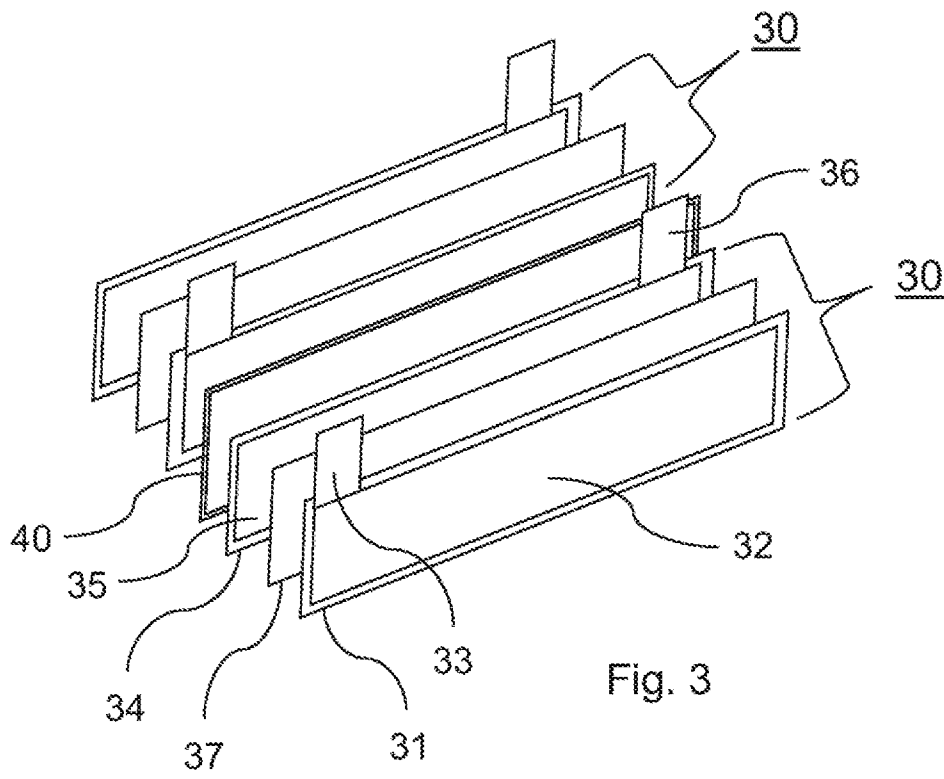


Fig. 4

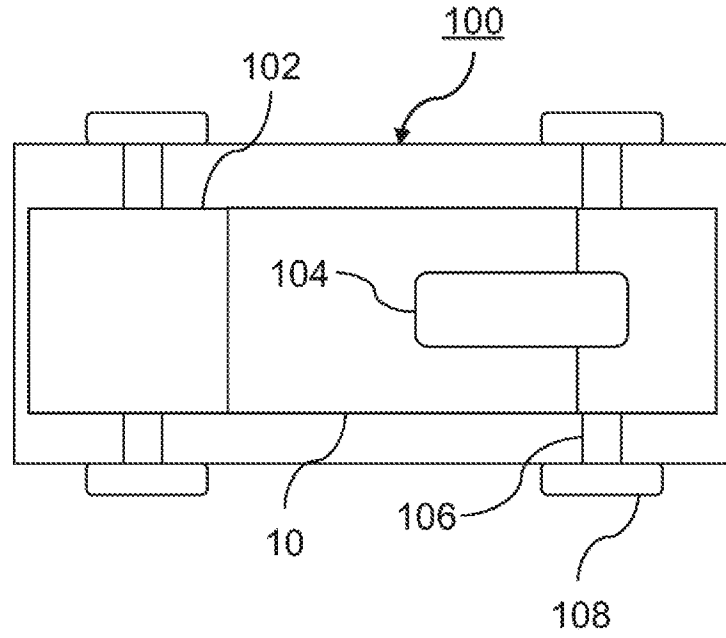


Fig. 5