

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50064/2022
(22) Anmeldetag: 04.02.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2023

(51) Int. Cl.: **H01M 10/04** (2006.01)
H01M 10/60 (2014.01)
H01M 50/202 (2021.01)
H01M 50/204 (2021.01)
H01M 50/238 (2021.01)
H01M 50/24 (2021.01)
H01M 50/264 (2021.01)
H01M 50/289 (2021.01)
H01M 50/40 (2021.01)
H01M 50/105 (2021.01)
H01M 50/121 (2021.01)
H01M 50/122 (2021.01)
H01M 50/131 (2021.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 9001 U1
EP 1261065 A2
DE 102012214964 A1

(71) Patentanmelder:
Fiberdraft e.U.
8600 Bruck an der Mur (AT)

(72) Erfinder:
Urem Oliver Dipl.-Ing. (FH)
8600 Bruck an der Mur (AT)
Stütz Harald Dipl.-Ing. (FH)
8102 Semriach (AT)

(74) Vertreter:
Schwarz & Partner Patentanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Energiespeichermodulen mit Distanzhalteband**

(57) Der Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) weist mehrere Energiespeicherzellen (1) und zumindest einen Zellenhalter (3a; 3b) mit Aufnahmen für die Energiespeicherzellen (1) auf, wobei die Energiespeicherzellen (1) zumindest über einen Teil ihres Umfangs von zumindest einem Distanzhalteband (4) umschlungen sind. Das Distanzhalteband (4) besteht aus einem elastischen Material, vorzugsweise Silikon oder PUR, und kann als Schlauch zum Durchfließen mit einem Fluid zum thermischen Konditionieren ausgebildet sein. Die Zellenhalter (3a, 3b) weisen vorzugsweise Aufnahmen für zwei Energiespeicherzellen (1) auf, wobei die Aufnahmen so ausgebildet sind, dass die Energiespeicherzellen (1) darin drehbar anordenbar sind.

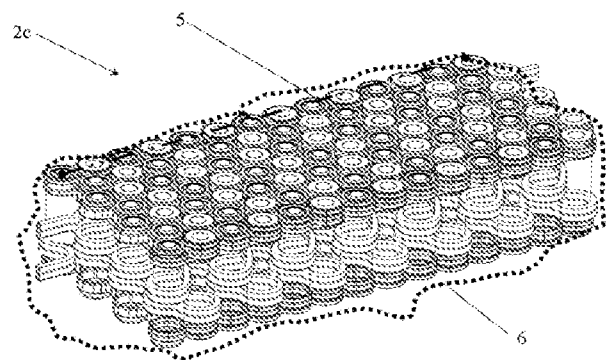


Fig. 2A

Zusammenfassung:

Der Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) weist mehrere Energiespeicherzellen (1) und zumindest einen Zellenhalter (3a; 3b) mit Aufnahmen für die Energiespeicherzellen (1) auf, wobei die Energiespeicherzellen (1) zumindest über einen Teil ihres Umfangs von zumindest einem Distanzhalteband (4) umschlungen sind. Das Distanzhalteband (4) besteht aus einem elastischen Material, vorzugsweise Silikon oder PUR, und kann als Schlauch zum Durchfließen mit einem Fluid zum thermischen Konditionieren ausgebildet sein. Die Zellenhalter (3a, 3b) weisen vorzugsweise Aufnahmen für zwei Energiespeicherzellen (1) auf, wobei die Aufnahmen so ausgebildet sind, dass die Energiespeicherzellen (1) darin drehbar anordenbar sind.

(Fig. 2A)

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Energiespeichermodulen mit
Distanzhalteband

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Energiespeicherung gemäß dem Obergriff des Anspruchs 1 und gemäß dem Obergriff des Anspruchs 10.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zur Herstellung von Energiespeichermodulen gemäß dem Obergriff des Anspruchs 17.

Es ist bekannt, Energiespeichermodule für das Bereitstellen von elektrischer Energie für diverse Fahrzeuge und Geräte zu verwenden. Dabei bestehen gängige Energiespeichermodule aus mehreren Energiespeicherstapeln, wobei jeder Energiespeicherstapel aus mehreren Energiespeicherzellen besteht. Zusätzlich müssen die Energiespeicherstapel mit einem Gehäuse vor externen Einwirkungen geschützt werden, um Schäden, oder sogar Abbrennen der Energiespeicherzellen zu verhindern. Die Serienfertigung von solchen Energiespeichermodulen ist ein bekanntes Problem, da viele Teile unter engen Toleranzen gefügt werden müssen.

Besonders die automatisierte Fertigung ist mit Schwierigkeiten verbunden. In der Automobilindustrie sind Strukturbauteile von Energiespeichermodulen meist aus Aluminium gefertigt und werden über fertigungstechnisch sehr anspruchsvolle Schweißprozesse gefügt. Alternativ dazu gibt es Lösungen, die aus Spritzgussteilen zusammengesetzt werden. In besonderen Anwendungen werden Gehäusen von Energiespeichermodulen aus laminierten Verbundwerkstoffen hergestellt.

Ein herkömmliches Laminierverfahren gemäß dem Stand der Technik ist in AT 519773 offenbart. Dieses Verfahren zeigt die Herstellung von Gehäusen von Energiespeichermodulen mit einer Außenform, wobei vorgeschchnittene, mit Harz vorimprägnierte Fasermatten bei sehr niedrigen Temperaturen laminiert werden. Dieses Herstellungsverfahren ist in der Serienfertigung sehr aufwändig, da viele weiche Kleinteile positioniert werden müssen. Des Weiteren ist durch die benötigte Werkzeugform eine flexible Anordnung der Energiespeicherzellen nicht möglich, wodurch eine Serienfertigung unwirtschaftlich ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt von Energiespeicherzellen ist, dass diese nur in einem bestimmten Temperaturbereich ihre volle Leistung erbringen können. Zusätzlich kann die Lebensdauer von Energiespeicherzellen bedeutend erhöht werden, wenn diese in ihrem

optimalen Temperaturbereich betrieben werden. Gemäß dem Stand der Technik werden Energiespeicherzellen mit Luft, Wasser, Glykol, Kältemittel, oder anderen Fluiden thermisch konditioniert, um die Energiespeicherzellen in ihrem optimalen Temperaturbereich zu halten, da bei Lade- und Entladevorgängen signifikante Wärmeleistungen anfallen können. Außerdem ist bekannt, dass das thermische Konditionieren mittels einer direkten Umspülung der Energiespeicherzellen mit einem dielektrischen Fluid erfolgen kann.

Bei Lösungen, die mit Wasser oder Glykol konditioniert werden, werden derzeit vor allem Aluminiumkühlkörper verwendet, die aus Strangpressprofilen oder aus hartgelöteten Tiefziehteilen bestehen. Diese Kühlkörper werden mit elektrisch isolierenden Wärmeleitpasten oder Wärmeleitklebern mit der Energiespeicherzelle verbunden, um mögliche Spalten zu überbrücken, um so einen vorteilhaften Wärmeübergang von Kühlkörper zu Energiespeicherzelle zu schaffen. Ein bedeutender Nachteil dieser Lösung ist die eingeschränkte Automatisierbarkeit, wodurch eine Serienfertigung unwirtschaftlich ist.

Die DE 102019212861 A1 zeigt ein Energiespeichermodul für ein Fahrzeug mit einem flexiblen Schlauch als Kühlvorrichtung, der zwischen Energiespeicherzellen eingebracht ist. Dieser Schlauch passt sich bei der Durchströmung mit Kühlflüssigkeit an die Energiespeicherzellen an, um so einen guten thermischen Kontakt zu schaffen. Nachteilig dabei ist, dass diese Energiespeichermodule nicht für die automatisierte Fertigung geeignet sind und somit in einer Serienfertigung unwirtschaftlich sind.

Zu erwähnen ist, dass es bei einem Kurzschluss der internen Elektroden von Energiespeicherzellen zu einem thermischen Durchgehen kommen kann. Die meisten Energiespeichermodulen nach Stand der Technik weisen keine Merkmale zum Stoppen einer Ausbreitung des thermischen Durchgehens auf andere Zellen auf, wodurch das gesamte Energiespeichermodul abbrennen kann.

Allgemein gesprochen ist an allen bisherigen Lösungen nachteilig, dass die Energiespeichermodule nach Stand der Technik oftmals wasserdurchlässig, in ihrer Festigkeit limitiert, toleranztechnisch schwierig zu fertigen, und unflexibel in ihrer Formgebung sind. Außerdem bereitet besonders die automatisierte Serienfertigung von Energiespeichermodulen Probleme, da teure Werkzeugformen benötigt werden, viele Kleinteile gefügt werden müssen und schwierig zu kontrollierende Verfahren zur Anwendung kommen, was folglich zu Unwirtschaftlichkeit führt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, durch Bereitstellen einer Vorrichtung und eines Verfahrens die Automatisierbarkeit der Fertigung von Energiespeichermodulen – mit eventueller thermischer Konditionierung bei flexibler Anordnung der Energiespeicherzellen – durch Reduzierung des Fertigungsaufwands zu steigern. Mit der Erfindung soll demnach die Wirtschaftlichkeit der Energiespeichermodulherstellung verbessert werden.

Erfindungsgemäß wird die vorliegende Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 und Anspruch 10 gelöst, sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 17.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Energiespeicherung umfasst Energiespeicherstapel mit mehreren Energiespeicherzellen und zumindest einem Zellenhalter, der Aufnahmen für die Energiespeicherzellen aufweist, wobei Energiespeicherzellen zumindest über einen Teil ihres Umfangs von zumindest einem Distanzhalteband umschlungen sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, dass die Energiespeicherzellen in definiertem Abstand voneinander von dem Distanzhalteband gehalten werden. Dieses Distanzhalteband kann voll automatisiert in den Energiespeicherstapel eingelegt werden und stellt somit eine wesentliche Vereinfachung und damit auch eine wesentliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in einer Serienfertigung dar. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Definieren des Abstandes mittels des zumindest einen Distanzhaltebandes auch bei beliebigen Anordnungen der Energiespeicherzellen ohne zusätzlichen Fertigungsaufwand möglich ist. Definierte Abstände sind auch vorteilhaft, wenn ein thermisches Konditionierungsmittel zwischen den Energiespeicherzellen geführt werden soll, da sich so ein definierter Strömungszustand einstellt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist jede Energiespeicherzelle des Energiespeicherstapels vom zumindest einen Distanzhalteband in einem Umschlingungswinkel von mindestens 90 Grad umschlungen. Zusätzlich oder alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass zumindest einige der Energiespeicherzellen in zumindest 150 Grad vom zumindest einen Distanzhalteband umschlungen sind. Dadurch wird jede Energiespeicherzelle großflächig vom Distanzhalteband fixiert und kontaktiert.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht das Distanzhalteband aus einem elastischen Material, vorzugsweise Silikon, PUR, EPDM, PP oder PA, bzw. aus Kombinationen von zumindest zwei der genannten Materialien. Durch das elastische Verhalten der Materialien legt sich das Distanzhalteband besonders gut an die

Energiespeicherzellen an. Besonders Silikon hält den hohen Energiespeicherzellenoberflächentemperaturen stand, welche bei internen Energiespeicherzellenkurzschlüssen und einer damit verbundenen Energiespeicherzellentgasung entstehen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Distanzhalteband als Schlauch zum Durchfließen mit einem Fluid zum thermischen Konditionieren ausgebildet. Bei Durchfließen mit dem Fluid legt sich der Schlauch, insbesondere unter Druck, gut an die Energiespeicherzellen an, sodass auf Wärmeleitpasten oder thermisch leitfähige Kleber verzichtet werden kann.

Zusätzlich ist besonders bei Fluid-durchflossenen Schläuchen aus Silikon zu erwähnen, dass diese bei hohen Energiespeicherzellentemperaturen bei geeigneter Wandstärke brüchig werden können. Aus den dabei entstehenden Bruchstellen kann feiner Fluidsprühnebel austreten, der bei thermischem Durchgehen von Energiespeicherzellen einen löschenden Effekt erzielt, sodass ein Ausbreiten des thermischen Durchgehens auf andere Energiespeicherzellen unterbunden wird.

Zu beachten ist bei diesem Merkmal, dass sich Schläuche aus Silikon so ausbilden lassen, dass diese auch bei hohen Temperaturen nicht brüchig werden. Der Vorteil daran ist, dass kein thermisches Konditionierungsfluid austritt, welches Energiespeicherzellen kurzschließen könnte.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Schlauch einen runden, ovalen oder ellipsenförmigen Querschnitt auf. Besonders ellipsenförmige Querschnitte verfügen über minimierte Wandstärken im wärmeübertragenden Bereich und maximieren den Strömungsquerschnitt. Folglich eignen sich diese Querschnitte besonders gut für das thermische Konditionieren der Energiespeicherzellen. Schläuche mit Rippen als Kompressionsstopper zur Verhinderung von Komprimierung der Schläuche bei Zusammenbau der Energiespeicherstapel sind eine weitere vorteilhafte Ausführung, da die Kompressionsstopper den minimalen Zellenabstand zuverlässig definieren. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sind doppelflutige leicht elliptische Querschnitte, bei denen zwei Querschnitte übereinander angeordnet sind, da beim Einlegen des Schlauches ein Einknicken beim Umschlingen der Energiespeicherzellen verhindert wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Energiespeicherstapel mit Zellenhaltern versehen, die Aufnahmen für zwei Energiespeicherzellen aufweisen, wobei die

Aufnahmen so ausgebildet sind, dass die Energiespeicherzellen darin drehbar anordenbar sind, wobei vorzugsweise die Aufnahmen ringförmig ausgebildet sind. Mit einem Stapelverbinder sind zwei Energiespeicherstapel miteinander verbindbar, indem von jedem Energiespeicherstapel jeweils eine am Ende eines Energiespeicherstapels angeordnete Energiespeicherzelle in den Stapelverbinder eingesteckt wird. Der Stapelverbinder verbindet die beiden Energiespeicherstapel so, dass sie in ihrer Winkelbeziehung veränderbar sind. Insbesondere kann ein Energiespeicherstapel auf den anderen zurückgeklappt werden. Dadurch ist eine große Vielfalt an Konfigurationen und Formen der Energiespeichermodule möglich, wodurch der Fertigungsaufwand und damit die Wirtschaftlichkeit weiter verbessert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform bilden die Zellenhalter an ihren Außenflächen Auflager für benachbarte Zellenhalter, wobei vorzugsweise die Außenflächen der Aufnahmen der Zellenhalter polygonartig, insbesondere sechseckig, ausgebildet sind. Dadurch sind hohe Packungsdichten erreichbar, und Schläuche für Fluide zum thermischen Konditionieren werden nicht zusammengedrückt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Zellenhalter in Bezug zueinander winkerversetzt. Dadurch lassen sich hohe Packungsdichten erreichen, und Schläuche werden beim Umklappen benachbarter Energiespeicherstapel nicht wesentlich gedehnt und/oder gestaucht.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird des Weiteren gelöst durch ein Energiespeichermodul zur Energiespeicherung, umfassend zumindest einen Energiespeicherstapel mit mehreren Energiespeicherzellen und zumindest einen Zellenhalter, der Aufnahmen für die Energiespeicherzellen aufweist, wobei vorzugsweise der zumindest eine Energiespeicherstapel ein Energiespeicherstapel gemäß der Erfindung ist, wobei die elektrischen Pole der Energiespeicherzellen mit Stromschienen elektrisch verbunden, insbesondere verschweißt, sind, wobei die Energiespeicherstapel von einer elektrisch isolierenden, dichten inneren Hülle, insbesondere einer Polyethylen- oder Polyolefinfolie, umgeben sind, und um die innere Hülle herum eine äußere Hülle angeordnet ist, die ein mit Harz infiltriertes Fasergewebe umfasst, wobei das Fasergewebe vorzugsweise Glas- oder Basaltfasern umfasst. Das Fasergewebe kann in einer bevorzugten Ausführungsform in dreidimensionaler Gestalt oder in zweidimensionaler Gestalt, die zu einem dreidimensionalen Gebilde faltbar ist, ausgebildet sein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, dass im Vergleich zu AT 5 197 73 A1 kein aufwändiges Platzieren von Kleinteilen nötig ist und keine Außenform benötigt wird. Dadurch werden beliebig komplexe Anordnungen der Energiespeicherzellen auch in der Serienfertigung wirtschaftlich realisierbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Fasergewebe der äußeren Hülle ein gesticktes oder gestricktes Gewebe. Damit lassen sich beliebige Gehäuseformen realisieren, wobei das Sticken eine höhere Festigkeit und Steifigkeit durch gerichtete Fasern gegenüber dem Stricken aufweist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die äußere Hülle Schwachstellen auf, die zwar durch das Harz gefüllt, aber nicht faserverstärkt sind. Dadurch findet bei einem thermischen Durchgehen einer Energiespeicherzelle das dabei entstehende heiße Gas durch das Aufschmelzen der Schwachstelle einen Ausweg aus dem Gehäuse. So werden benachbarte Energiespeicherzellen vor einem thermischen Durchgehen bewahrt und der Dominoeffekt des thermischen Durchgehens weiterer Zellen unterdrückt. Zu erwähnen ist, dass unter dem Begriff „nicht faserverstärkte Schwachstellen“ auch ausreichend permeables Fasermaterial verstanden sein soll.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind in der inneren Hülle und der äußeren Hülle Durchlässe für Stromleiter, Kühlschläuche, Sensorleitungen, etc. vorgesehen. Dadurch bleibt ein Zugang in die Hüllen bestehen, wobei die Hülle dennoch wasserdicht ist, da die Durchlässe abgedichtet werden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind Elektronikbauteile, wie ein Modul-Controller oder ein elektrisches Sicherheitssystem, innerhalb der inneren Hülle angeordnet. Dadurch lassen sich diese Teile mit dem Schlauch der Energiespeicherzellen thermisch konditionieren und sind mit der äußeren Hülle vor externem Einwirken geschützt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Energiespeichermodulen umfasst die Anordnung von zumindest zwei Energiespeicherstapeln aus Energiespeicherzellen zu einem Energiespeichermodul, um elektrische Energie für Fahrzeuge, Boote, Flugzeuge, industrielle Maschinen, etc., bereitzustellen, wobei zumindest ein Distanzhalteband in zumindest einer Ebene des Energiespeicherstapels eingelegt wird, sodass eine bestimmte Distanz zwischen den Energiespeicherzellen eingehalten wird, und/oder Fluid zum thermischen Konditionieren zu den Energiespeicherzellen geleitet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass das Einlegen des Distanzhaltebandes automatisiert werden kann. Das führt zu einer erheblichen Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bei Serienfertigung von Energiespeichermodulen.

Vorzugweise werden Energiespeicherstapel mit einem anderen Energiespeicherstapel mittels Zellenhalter verbunden, sodass eine mechanische Verbindung erstellt wird. Des Weiteren werden die Energiespeicherstapel zusammengeklappt und positioniert, sodass eine bestimmte Energiespeicherzellenanordnung eingenommen wird. Dadurch ist eine große Vielfalt an Konfigurationen und Anordnungen der Energiespeicherstapel und damit auch eine beliebige Form der Energiespeichermodule möglich, wodurch der Fertigungsaufwand verringert und damit die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens weiter verbessert wird.

Vorzugweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren des Weiteren das Positionieren von Temperaturüberwachungsmitteln und/oder Zellspannungsüberwachungsmitteln an zumindest einigen Energiespeicherzellen und das thermische bzw. elektrische Anbinden der Temperaturüberwachungsmittel bzw. Zellspannungsüberwachungsmittel an die Energiespeicherzellen, sodass ein Auswerten des thermischen bzw. elektrischen Zustands der Energiespeicherzellen mittels eines „Modul-Controller“ erfolgen kann. Davor oder danach werden die elektrischen Pole der Energiespeicherzellen mit Zellverbindungskontakten bzw. Stromschienen verbunden, sodass eine gewünschte elektrische Spannung und/oder Kapazität erreicht wird. Dadurch lässt sich der Zustand des Energiespeichermoduls überwachen, um mögliche Schäden und Leistungseinbrüche frühzeitig zu erkennen.

In einem Ausführungsbeispiel werden die Energiespeicherzellen zuerst an den +/- Polen mit elektrischen Zellverbindungskontakten verbunden, um die richtige Spannung und Kapazität aufzubauen. Die Zellverbinder können an beiden Zellenden positioniert sein oder auch nur an einem Ende. An jedem dieser Zellverbinder einer Gruppe parallel geschalteter Zellen wird ein Zellspannungsabgriff, das ist eine Leitung zum Modul-Controller kontaktiert. Die Temperatursensoren werden entweder an ausgewählten Energiespeicherzellen (in diesem Fall vor dem Verbinden der Zellen) oder an den Zellverbindern thermisch angebunden. Deren elektrische Verbindungsleitungen verlaufen ebenfalls zum Modul-Controller. Dieser wertet vor allem die Spannungs- und Temperatursignale aus und erledigt das Cell Balancing. Es können auch Energiespeichermodule mit integrierten Modul-Controllern vorgesehen werden, die erfindungsgemäß innerhalb der dichten Hülle angeordnet sind und sehr leicht mitgekühlt werden können.

Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren des Weiteren das Aufbringen einer isolierenden Schicht über dem/den Energiespeicherstapel(n), vorzugsweise mittels Haubenschumpfergerät und/oder Schrumpftunnel, sodass eine dichte Schicht das Eindringen von Harz bei der anschließenden Harzinfusion verhindert. Dadurch lassen sich die Energiespeicherzellen beliebig anordnen, wobei die Hülle ohne zusätzliche Werkzeugform ausgebildet werden kann.

Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Verfahren des Weiteren das Einbringen der Energiespeicherstapel in eine äußere Hülle aus Fasergewebe, wobei die äußere Hülle um Endplatten mit Durchlässen und/oder Schnittstellen für Kühlmedium gelegt werden kann. Daran schließt sich das Einbringen der äußeren Hülle, zusammen mit dem restlichen Energiespeichermodul, in einen Vakuumsack mit anschließendem Beaufschlagen eines Vakuums an. Zuletzt folgt das Infiltrieren der äußeren Hülle mit Harz, sodass die äußere Hülle nach Aushärten des Harzes mechanische Festigkeit und Steifigkeit aufweist. Dadurch lässt sich eine Hülle ohne Werkzeugform zum Laminieren herstellen, wobei die Hülle die Energiespeicher vor Schäden schützt und dem Energiespeichermodul hohe mechanische Festigkeit und Steifigkeit verleiht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in weiterer Folge anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Energiespeicherstapel mit Zellenhaltern und Distanzhaltebändern.

Figur 2A zeigt ein Energiespeichermodul ohne Hülle.

Figur 2B zeigt ein weiteres Energiespeichermodul ohne Hülle.

Figur 3A und Figur 3B zeigen schematisch einen Ablauf des Verfahrens zur Herstellung von Energiespeichermodulen.

Figur 4A und 4B zeigen ein Anwendungsbeispiel für ein Energiespeichermodul in einem elektrischen Motorrad.

Figur 5A und 5B zeigen ein Anwendungsbeispiel für ein Energiespeichermodul in einem elektrischen Boot.

Figur 6A zeigt laterales Zuführen von thermischen Konditionierungsfluid zu einer Energiespeicherzellenseitenwand

Figur 6B zeigt Zuführen von thermischen Konditionierungsfluid zu einer Energiespeicherzellenunterseite

Figur 6C zeigt Zuführen von thermischen Konditionierungsfluid zu einer Energiespeicherzellenunterseite und Energiespeicherzellenoberseite mit einer Stromschiene.

Figur 6D zeigt eine Energiespeicherzelle, welche von einem dielektrischen Fluid umgeben ist.

Figur 6E zeigt einen mehrstöckigen Energiespeicherzellenaufbau mit thermischer Konditionierung.

Figur 6F zeigt zwei benachbarte Energiespeicherzellen mit einem Distanzhalteband.

Figur 7A zeigt einen kreisrunden Schlauchquerschnitt.

Figur 7B zeigt einen elliptischen Schlauchquerschnitt.

Figur 7C zeigt einen ovalen Schlauchquerschnitt.

Figur 7D zeigt einen elliptischen Schlauchquerschnitt mit Kompressionsstoppeln.

Figur 7E zeigt einen Querschnitt mit übereinander angeordneten elliptischen Querschnitten mit Kompressionsstoppeln.

Figur 8A zeigt einen kreisrunden Strumpf in Schlauchform aus Fasergewebe.

Figur 8B zeigt eine gestickte äußere Hülle aus Fasergewebe.

Figur 8C zeigt eine gestrickte äußere Hülle aus Fasergewebe.

In Figur 1 werden mehrere Energiespeicherzellen 1, die zu mehreren Energiespeicherstapeln 2a verbunden sind, welche wiederum einen Energiespeicherstapel 2b bilden, gezeigt. Es sind jeweils vier Energiespeicherzellen 1 zu einem Energiespeicherstapel 2a mit langen Zellenhaltern 3a verbunden. Insgesamt sind drei Energiespeicherstapel mit kurzen Zellenhaltern 3b drehbar miteinander verbunden, wobei einer der kurzen Zellenhalter 3b nicht sichtbar ist. Des Weiteren sind drei Distanzhaltebänder 4 in die mit den Zellenhaltern 3a, 3b verbundenen Energiespeicherzellen 1 eingelegt. Dabei werden die Energiespeicherzellen 1 in wesentlichen Teilen ihres Umfangs von den Distanzhaltebändern 4 umschlungen, sodass die Energiespeicherzellen 1 einen definierten Abstand zueinander einhalten. In Figur 1 sind die Distanzhaltebänder 4 als Schlauch mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgeführt und führen ein Fluid zum thermischen Konditionieren der Energiespeicherzellen 1. Die Schläuche sind mit Kompressionsstoppeln an Ober- und Unterkante ausgebildet.

Figur 2A zeigt einen Energiespeicherstapel 2c. Die elektrischen Pole der Energiespeicherzellen sind mit Stromschienen 5 elektrisch verbunden. Des Weiteren sind die Energiespeicherstapel 2c von einer elektrisch isolierenden, dichten inneren Hülle 6 umgeben, die aus einer aufgeschrumpften Folie besteht. Eine äußere Hülle 9 aus mit Harz infiltriertem ausgehärteten Fasergewebe (siehe Fig. 2B) umgibt die innere Hülle 6.

Figur 2B zeigt ein Energiespeichermodul 7a aus mehreren Energiespeicherstapeln, die jeweils aus mehreren Energiespeicherzellen 1 bestehen. An einer der Seitenwänden des

Energiespeichermoduls 7a ist eine Endplatte 8a zusammen mit einem Elektronikbauteil 8b angebracht. Das Elektronikbauteil 8b ist beispielhaft ein „Modul-Controller“, welcher die Energiespeichertemperaturen und Spannungen überwacht. Des Weiteren ist auf dem Elektronikbauteil 8b ein Kabelanschluss enthalten. Die Endplatte 8a weist ein Fluidführendes Distanzhalteband 4 auf, das so ausgebildet ist, dass auch das Elektronikbauteil 8a thermisch konditioniert wird. An anderen Seitenwänden des Energiespeichermoduls 7a sind Seitenplatten 8c vorgesehen, die wie die Endplatte 8a nach oben geklappt werden können. Die Energiespeicherstapel sind von einer isolierenden inneren Hülle 6 umgeben. Das Energiespeichermodul 7a kann von einer nicht dargestellten äußeren Hülle aus gestricktem oder gesticktem Fasergewebe umgeben werden, die auch um die Seitenplatten 8c und die Endplatte 8a herum angeordnet wird.

In Figur 3A und Figur 3B wird ein möglicher Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Energiespeichermoduls anhand eines schematischen Flussdiagramms veranschaulicht. Einige Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch in anderer Reihenfolge erfolgen und vom Fachmann frei gewählt werden, ohne von der eigentlichen Erfindung abzuweichen. Ebenso ist dem Fachmann bewusst, dass einige Schritte übersprungen werden können, oder mit ähnlichen Materialien umgesetzt werden können.

In einem ersten Schritt S1 werden Energiespeicherzellen in einen langen Zellenhalter eingebracht. In einem zweiten Schritt S2 wird ein Distanzhalteband in einen Energiespeicherstapel eingelegt. Die Schritte S1 und S2 erfolgen bevorzugt gleichzeitig, indem immer bevor eine weitere Zelle in den Halter eingesetzt wird, die gespannten Distanzhaltebänder hin- und herbewegt werden. In einem dritten Schritt S3 wird an dem Energiespeicherstapel ein kurzer Zellenhalter angebracht. In einem vierten Schritt S4 wird eine weitere Energiespeicherzelle eines weiteren Energiespeicherstapels in den kurzen Zellenhalter eingebracht, um diesen weiteren Energiespeicherstapel mit dem ersten Energiespeicherstapel zu verbinden.

In einem fünften Schritt S5 werden die verbundenen Energiespeicherstapel mitsamt eingelegtem Distanzhalteband um die Achsen der kurzen Zellenhalter zusammengeklappt und so positioniert, dass eine gewünschte Energiespeicherzellenanordnung eingenommen wird.

Dabei sind die Zellenhalter so geformt, dass diese über ihre Polygonform, vorzugsweise eine sechseckige Struktur, im zusammengeklappten Zustand sich gegenseitig abstützen. Die

Polygonstruktur ist dabei an den Enden der Zellenhalter nicht ausgebildet, sodass diese drehbar sind. Angemerkt soll sein, dass auch dieser Schritt automatisierbar ist.

Der sechste Schritt S6 umfasst das Positionieren von Überwachungsmitteln auf zumindest einigen der Energiespeicherzellen und anschließendem Verbinden dieser Überwachungsmittel mit den Energiespeicherzellen. Im Schritt S6 ist auch das Verbinden der elektrischen Pole der Energiespeicherzellen mit Stromschienen inbegriffen.

In einem siebten Schritt S7 wird eine isolierende innere Hülle über alle zuvor mit Zellenhaltern verbundene Energiespeicherstapel ausgebildet. Diese innere Hülle bildet eine wasserdichte und vor allem harzdichte Hülle aus, sodass die Energiespeicherzellen im Betrieb vor durch Wasser verursachten Kurzschlüssen geschützt sind. Des Weiteren schützt die innere Hülle im folgenden Schritt S10 vor eindringendem Harz. Die innere Hülle kann aus einer Polyethylen- oder Polyolefinfolie bestehen, welche mit einem Folienschrumpfgerät, vorzugsweise ein Haubenschrumpfgerät und/oder ein Schrumpftunnel, ausgebildet wird. Der Vorteil bei diesem Verfahren ist, dass enganliegende Hüllen auch über komplexe Energiespeicherzellenanordnung herum ausgebildet werden können.

Die thermisch schrumpfenden Folien sind so zu wählen, dass diese, wie es in der Lebensmittelindustrie typisch ist, keine Streifenperforierung aufweisen. Die Streifenperforierung lässt durch Löcher zwar Luft entweichen, allerdings kann durch diese Löcher im folgenden Schritt S10 Harz eindringen. Stattdessen ist es vorzuziehen, dass ausschließlich über die Durchlässe, welche für das Distanzhalteband und Stromleitungen benötigt werden, die Luft entweichen kann, ohne eine Streifenperforierung zu verwenden. Die Durchlässe können im Anschluss des Schrumpfens mit Aufklebern verschlossen werden, und bilden so eine vollständig dichte innere Hülle.

In einem achten Schritt S8 werden die verbundenen Energiespeicherstapel in eine äußere Hülle eingebracht. Diese äußere Fasergewebehülle kann gestickt oder gestrickt sein und in zweidimensionaler, faltbarer Gestalt, oder in dreidimensionaler Gestalt ausgebildet sein. Dabei kann auch ein Fasergewebe in geschlossener Strumpfgestalt vorliegen.

In einem neunten Schritt S9 wird eine Endplatte am offenen Ende des Fasergewebes angebracht. Durch Durchlässe werden diverse Schnittstellen, wie Distanzhaltebänder und Stromleitungen für Hochspannung und Niederspannung, geführt. Ebenso können in diesem Schritt Elektronikbauteile, wie ein Modul-Controller und Überwachungsmittel eingelegt

werden. In diesem Schritt S9 wird auch optional das offene Ende der äußeren Hülle mit Fasergewebe verschlossen.

In einem zehnten Schritt S10 wird das nun vollständige Energiespeichermodul in einen Vakuumsack eingebracht, um anschließend diesen mit einem Vakuum zu beaufschlagen. Des Weiteren wird flüssiges Harz infiltriert und anschließend ausgehärtet, sodass das Energiespeichermodul seine mechanische Festigkeit und Steifigkeit erhält.

Figur 4A und 4B zeigen ein Anwendungsbeispiel für ein Energiespeichermodul 7b (Fig. 4B) in einem elektrischen Motorrad 10a (Fig. 4A). Das vollelektrische Kompaktmotorrad ist mit einem Energiespeichermodul 7b mit einer Kapazität von zirka 7-9 kWh ausgestattet, um entsprechende Reichweiten abdecken zu können. Insbesondere im Vergleich zu Energiespeichermodulen nach Stand der Technik, welche zumindest eine quaderförmige Gehäusebox aufweisen, die in einen separaten Motorradrahmen geschraubt wird, zeigt das vorliegende erfindungsgemäße Energiespeichermodul 7b wesentliche Vorteile. Denn mit dem erfindungsgemäßen Energiespeichermodul 7b kann auf einen separaten Rahmen verzichtet werden, da die äußere Hülle ausreichende Festigkeit und Steifigkeit aufweist, um diese Funktion zu übernehmen. Ein weiterer Vorteil ist die freie Anordenbarkeit von Energiespeicherzellen 1 mit integrierter thermischer Konditionierung, die es ermöglicht, das Energiespeichermodul 7b so auszuformen, dass das elektrische Motorrad fast beliebig designt werden kann und Funktionen wie zusätzlicher Stauraum für Gepäck ermöglicht werden. Auch die Fahrdynamik wird durch verringerte Schwerpunkthöhe und geringeres Gewicht erheblich verbessert, da kein zusätzlicher Rahmen notwendig ist. Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Energiespeichermoduls 7b liegt in der Reduzierung der benötigten Bauteile und Werkzeugformen, sowie einer Steigerung des Automatisierungsgrads in der Herstellung.

Figur 5A und 5B zeigen ein weiteres Anwendungsbeispiel, in welchem ein erfindungsgemäßes Energiespeichermodul 7c (Fig. 5B) in einem elektrischen Boot 10b (Fig. 5A) als struktureller Rumpf bzw. Kiel dient. In Figur 5A ist das Energiespeichermodul 7c getrennt von der Unterseite des elektrischen Boots 10b dargestellt. Dabei kann das Energiespeichermodul 7c selbst den Rumpf bzw. Kiel bilden und an das Boot 10b angeflanscht werden, oder das Energiespeichermodul 7c kann in einen bestehenden Rumpf des Boots 10b eingebracht werden,

Eine typische Rumpfform ist nur dann mit dem Energiespeichermodul 7c umsetzbar, wenn das Energiespeichermodul 7c beliebige Formen annehmen kann und wasserdicht ist. Durch

die beliebig anordenbare Energiespeicherzellen 1 im Energiespeichermodul 7c kann die Rumpfform des Bootes 10b voll ausgenutzt werden, ohne Hohlstellen auszubilden. Beispielhaft ist in Figur 5B ein möglicher Querschnitt Q des Energiespeichermoduls 7c aus Figur 5A dargestellt, in dem die Energiespeicherzellen 1 einer typischen Rumpfkontur vorteilhaft raumfüllend und konturnah folgen.

Wird das Energiespeichermodul 7c in dem Boot 10b verwendet, so ist ein weiterer Vorteil erhalten, da das Batteriespeichermodul 7c im Rumpf bzw. als Rumpf durch die Seitenwände besonders nah an Wasser angrenzt und damit begünstigt die Energiespeicherzellen 1 gekühlt werden. Durch die anliegende dünne äußere Hülle des Energiespeichermoduls 7c ist somit ein vorteilhafter Wärmeübergang gegeben.

Ein weiterer Vorteil der dichten Anordenbarkeit der Energiespeicherzellen 1 ist, dass das Batteriemodul 7c besonders tief in dem Boot 10b liegen kann, wodurch ein tiefer Schwerpunkt erhalten ist, welcher zu erhöhter Stabilität, Kippsicherheit und Agilität des Bootes 10b führen. Außerdem wird kein wertvoller Platz im oberen Teil des Bootes 10b durch einen „Maschinenraum“/ Batteriekasten, wie es ansonst bei gängigen Batterien bekannt ist, verbraucht.

Zudem lassen sich durch das erfindungsgemäße Energiespeichermodul 7c durch die freie Formgebung beliebige Rumpfformen kostengünstig herstellen, und damit für viele unterschiedliche Bootarten wirtschaftlich fertigen. Besonders durch das Einsparen einer großen Form, welche beim Laminieren von Bootsrümpfen ansonsten benötigt wird, um Rumpfstrukturbauteile auszubilden, kann durch die Erfindung ein wesentlicher wirtschaftlicher Vorteil erhalten sein, da sich der Rumpf ohne Außenform mit Energiespeicherzellen 1 ausbilden lässt. Aber auch der hohe Automatisierungsgrad der Herstellung von erfindungsgemäßen Energiespeichermodulen 7c bringt entscheidende wirtschaftliche Vorteile in der Serienherstellung von Booten 10b.

Besonders im Vergleich zu typischen quaderförmigen Energiespeichermodulen mit zusätzlichem nicht strukturellem tragendem Gehäuse aus dem Stand der Technik, wird klar, dass das erfindungsgemäße Energiespeichermodul 7c wesentliche Verbesserungen bezüglich Gewicht, Fertigungsaufwand, Automatisierbarkeit, Kühlung, Platznutzung, Schwerpunkthöhe und Wirtschaftlichkeit für das Boot 10b erwirkt.

Die Figuren 6A bis 6F zeigen Varianten für thermisches Konditionieren von Energiespeicherzellen. In Fig. 6A ist laterales Zuführen von thermischen

Konditionierungsfluid zu einer Energiespeicherzellenseitenwand dargestellt. Fig. 6B zeigt die Zuführung zur Unterseite einer Energiespeicherzelle. Fig. 6C zeigt die Zuführung des Fluids zur Unterseite und Oberseite einer Energiespeicherzelle, wobei das Fluid an der Oberseite an einer Stromschiene anliegt. Fig. 6D zeigt eine Energiespeicherzelle, welche von einem dielektrischem Fluid umgeben ist. Fig. 6E veranschaulicht, dass auch ein mehrstöckiger Aufbau aus mehreren Energiespeicherzellen denkbar ist, wobei die Fluidzuführung über eine beliebige der vorhin genannten Ausführungen erfolgen kann. Fig. 6F zeigt zwei thermisch nicht konditionierte Energiespeicherzellen, die von einem Distanzhalteband lediglich in definiertem Abstand zueinander gehalten werden, ohne dass Fluid zugeführt wird.

Die Figuren 7A bis 7E zeigen bevorzugte Ausführungsformen der Schlauchquerschnitte für ein Fluid zum thermischen Konditionieren von Energiespeicherzellen. Die in Fig. 7A dargestellte Ausführungsform zeigt einen kreisrunden Schlauchquerschnitt. Fig. 7B zeigt einen elliptischen Schlauchquerschnitt. Fig. 7C zeigt einen ovalen Schlauchquerschnitt. Fig. 7D zeigt einen elliptischen Schlauchquerschnitt mit zusätzlichen Verstärkungen an Ober- und Unterseite des Schlauches, welche als Kompressionsstopper dienen. Fig. 7E zeigt einen doppelflutigen Schlauchquerschnitt, bestehend aus zwei übereinander angeordneten elliptischen Querschnitten, wobei die Ober- und Unterseite mit Kompressionsstopper ausgeführt sind. Insbesondere die Ausführungsform von Fig. 7E hat sich als vorteilhaft erwiesen, da beim automatisierten Einlegen des Schlauches verringertes Knicken zu beobachten ist, was das Verfahren stabiler macht. Auch sind Ausführungsformen denkbar, bei denen die Wandstärke der Schläuche besonders minimiert ist, damit der Wärmeübergang zwischen dem im den Schläuchen geführten thermischen Konditionierungsfluid und der Energiespeicherzelle besonders günstig ist.

Angemerkt wird, dass sich die Schlauchwandstärken so ausführen lassen, dass Fluid bei einem thermischen Durchgehen einer Energiespeicherzelle entweder dicht bleibt oder brüchig wird, wobei in letzterem Fall feiner Fluidsprühnebel das thermische Durchgehen lokal unterbindet.

Die Figuren 8A bis 8C zeigen verschiedene Ausführungsformen einer äußeren Hülle aus Fasergewebe. In der Ausführungsform von Fig. 8A ist die äußere Hülle ein vorgefertigter kreisrunder Strumpf in Schlauchform. Nachteilig an dieser Ausführungsform kann sein, dass beim Einbringen von Energiespeicherstapeln das Fasergewebe an Kanten der Energiespeicherstapel stark verworfen wird. Dadurch wird das Fasergewebe in ebene Flächen gezogen, wodurch mechanische Festigkeit verloren geht oder die Maßhaltigkeit der

Außengeometrie kompromittiert wird. Deswegen kommen bevorzugt die Ausführungsformen von Fig. 8B und 8C zur Anwendung. In Fig. 8B ist eine durch Sticken hergestellte Fasergewebehülle dargestellt, die an sich zweidimensional ist, durch Falten aber zu einer dreidimensionalen Gestalt formbar ist. Vorteilhaft beim Sticken ist neben der sehr freien Gestaltbarkeit und der Herstellbarkeit komplexer Details vor allem die Möglichkeit, gezielt Fasern in bestimmten Mustern und Richtungen zu verlegen, was zu bevorzugten mechanischen Eigenschaften führt. Fig. 8C zeigt ein Fasergewebe, welches mittels Stricken hergestellt ist. Besonders vorteilhaft bei diesem Verfahren ist die Möglichkeit auch dreidimensionale Gestalten direkt zu formen.

Es kann erwähnt werden, dass sich die erfindungsgemäße Vorrichtung und das Verfahren nicht ausschließlich auf zylindrische Energiespeicherzellen beschränken. So können auch prismatische Zellen und anders geformte „Pouch-Zellen“ zu Energiespeichermodulen verbunden werden.

Es kann erwähnt werden, dass die Distanzhaltebänder auch in einer Mischform von bloßen Distanzhaltebändern und Schläuchen zum thermischen Konditionieren in einem Energiespeichermodul vorliegen können.

Des Weiteren kann erwähnt werden, dass ein Energiespeichermodul auch aus mehreren einzelnen Energiespeichermodulen in Modulbauweise zusammengesetzt sein kann, auch in der „Cell-to-Pack“ Variante, bei der sämtliche Energiespeicherzellen eines Batterie-Pack-Systems in einer einzigen äußeren Hülle vereinigt werden.

Es ist gemäß der Erfindung auch ein Zusammennähen von gestrickten und gestickten Fasergeweben denkbar, um so noch komplexere äußere Hüllen auszubilden. So kann beispielsweise eine Versteifungsrippe aus Fasergewebe zwischen Energiespeicherstapeln ausgebildet werden, sollte eine Anwendung zusätzliche mechanische Widerstandskraft erfordern.

In die äußere Fasergewebehülle lassen sich auch Kunststoffteile oder Schaumstoffteile einlegen, sodass eine zusätzliche thermisch isolierende Schicht ausgebildet wird. Des Weiteren lässt sich so die Außenform beliebig gestalten, sodass z.B. eine Sitzschale oder besondere ästhetische Merkmale ausgebildet werden können.

Es kann erwähnt werden, dass, wenn mehrere Energiespeichermodule zusammen ein Energiespeichermodul bilden, diese gelenkig miteinander verbunden werden können, um

auch bewegliche äußere Hüllen auszubilden. Flexible Stromleitungen und optionale flexible Schläuche ermöglichen so ein Zusammenhängen von mehreren Energiespeichermodulen, ohne dass diese miteinander steif verbunden sein müssen.

Weiters können Zellenhalter mit einem Schnappverschluss ausgebildet werden. Das hat den Vorteil, dass die Energiespeicherstapel schon nach dem Zusammenklappen einen gewissen Zusammenhalt aufweisen, sodass ein weiteres Manipulieren der Energiespeicherstapel weniger fehleranfällig ist. Demnach ist auch das automatisierte Serienfertigen stabiler und folglich wirtschaftlicher.

Patentansprüche:

1. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) mit mehreren Energiespeicherzellen (1) und zumindest einem Zellenhalter (3a; 3b), der Aufnahmen für die Energiespeicherzellen (1) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiespeicherzellen (1) zumindest über einen Teil ihres Umfangs von zumindest einem Distanzhalteband (4) umschlungen sind.
2. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) einen Umschlingungswinkel von zumindest 90 Grad an jeder Energiespeicherzelle (1) aufweist.
3. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) einen Umschlingungswinkel von zumindest 150 Grad an zumindest einigen der Energiespeicherzellen (1) aufweist.
4. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) aus einem elastischen Material, vorzugsweise Silikon, PUR, EPDM, PP oder PA, bzw. aus Kombinationen von zumindest zwei der genannten Materialien, besteht.
5. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) als Schlauch zum Durchfließen mit einem Fluid zum thermischen Konditionieren ausgebildet ist.
6. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlauch einen runden, ovalen oder ellipsenförmigen Querschnitt aufweist.
7. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Zellenhalter (3a; 3b), die Aufnahmen für zwei Energiespeicherzellen (1) aufweisen, wobei die Aufnahmen so ausgebildet sind, dass die Energiespeicherzellen (1) darin drehbar anordenbar sind, wobei vorzugsweise die Aufnahmen ringförmig ausgebildet sind.
8. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellenhalter (3a; 3b) an ihren Außenflächen Auflager für

benachbarte Zellenhalter (3a; 3b) bilden, wobei vorzugsweise die Außenflächen der Aufnahmen der Zellenhalter polygonartig, insbesondere sechseckig, ausgebildet sind.

9. Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Aufnahmen des Zellenhalters (3a; 3b) in Bezug zueinander winkelfersetzt sind.

10. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c), mit zumindest einem Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) mit mehreren Energiespeicherzellen (1) und zumindest einem Zellenhalter (3a; 3b), der Aufnahmen für die Energiespeicherzellen (1) aufweist, wobei vorzugsweise der zumindest eine Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) ein Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ist, wobei die elektrischen Pole der Energiespeicherzellen (1) mit Stromschiene (5) elektrisch verbunden, insbesondere verschweißt, sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) von einer elektrisch isolierenden, dichten inneren Hülle (6), insbesondere einer Polyethylen- oder Polyolefinfolie, umgeben sind, und um die innere Hülle (6) herum eine äußere Hülle (9) angeordnet ist, die ein mit Harz infiltriertes Fasergewebe umfasst, wobei das Fasergewebe vorzugsweise Glas- oder Basaltfasern umfasst.

11. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasergewebe in dreidimensionaler Gestalt oder in faltbarer, zweidimensionaler Gestalt ausgebildet ist.

12. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasergewebe der äußeren Hülle (9) ein gesticktes oder gestricktes Gewebe ist.

13. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülle (9) Schwachstellen aufweist, die zwar durch das Harz gefüllt, aber nicht faserverstärkt sind.

14. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwachstellen durch dezidierte Lücken im Fasergewebe oder durch Bereitstellen eines Fasergewebes aus einem ausreichend permeablen Basismaterial realisiert sind.

15. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der inneren Hülle (6) und der äußeren Hülle (9) Durchlässe für Stromleiter, Kühlschläuche, Sensorleitungen, etc. ausgebildet sind.

16. Energiesparmodul (7a; 7b; 7c) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass Elektronikbauteile (8b), wie ein Modul-Controller oder ein elektrisches Sicherheitssystem innerhalb der inneren Hülle (6) angeordnet sind.
17. Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichermoduls (7a; 7b; 7c) umfassend:
- das Anordnen von zumindest zwei Energiespeicherstapeln (2a; 2b; 2c) aus Energiespeicherzellen (1) zu einem Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c), gekennzeichnet durch
 - das Zuführen von Energiespeicherzellen (1) in zumindest einen langen Zellenhalter (3a), sodass ein Energiespeicherstapel gebildet wird;
 - das Einlegen von zumindest einem Distanzhalteband (4) in zumindest einer Ebene des Energiespeicherstapels (2a; 2b; 2c), sodass eine definierte Distanz zwischen den Energiespeicherzellen (1) eingehalten wird.
18. Verfahren gemäß Anspruch 17, gekennzeichnet durch:
- das Anbringen eines kurzen Zellenhalters (3b) an einer Energiespeicherzelle (1);
 - das Verbinden eines Energiespeicherstapels (2a; 2b; 2c) mit einem anderen Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) mittels dem kurzen Zellenhalter (3b).
19. Verfahren gemäß Anspruch 2, gekennzeichnet durch:
- das Zusammenklappen und Positionieren der Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c), sodass die Energiespeicherzellen (1) in Bezug aufeinander eine vordefinierte Anordnung einnehmen.
20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 17 bis 19, gekennzeichnet durch:
- das Positionieren von Temperaturüberwachungsmitteln und/oder Zellspannungsüberwachungsmitteln an zumindest einigen der Energiespeicherzellen (1) und das thermische bzw. elektrische Anbinden der Temperaturüberwachungsmittel bzw. Zellspannungsüberwachungsmittel an die Energiespeicherzellen (1);
 - das Verbinden der elektrischen Pole der Energiespeicherzellen mit Zellverbindungskontakten bzw. Stromschienen (5).
21. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 17 bis 20, gekennzeichnet durch:

- das Aufbringen einer isolierenden Schicht über den Energiespeicherstapel zur Ausbildung einer inneren Hülle (6), vorzugsweise mittels Haubenschumpfergerät und/oder Schrumpftunnel.
22. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 17 bis 21, gekennzeichnet durch:
- das Einbringen der Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) in eine äußere Hülle (9), vorzugsweise aus Fasergewebe,
 - wobei optional die äußere Hülle (9) um Endplatten (8a) mit Durchlässen und/oder Schnittstellen für Kühlmedium gelegt wird,
 - das Einbringen der äußeren Hülle (9) mit dem restlichen Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) in einen Vakuumsack,
 - das Beaufschlagen des Vakuumsacks mit einem Vakuum,
 - das Infiltrieren der äußeren Hülle (9) mit Harz, sodass die äußere Hülle (9) nach Aushärtung des Harzes mechanische Festigkeit und Steifigkeit aufweist.

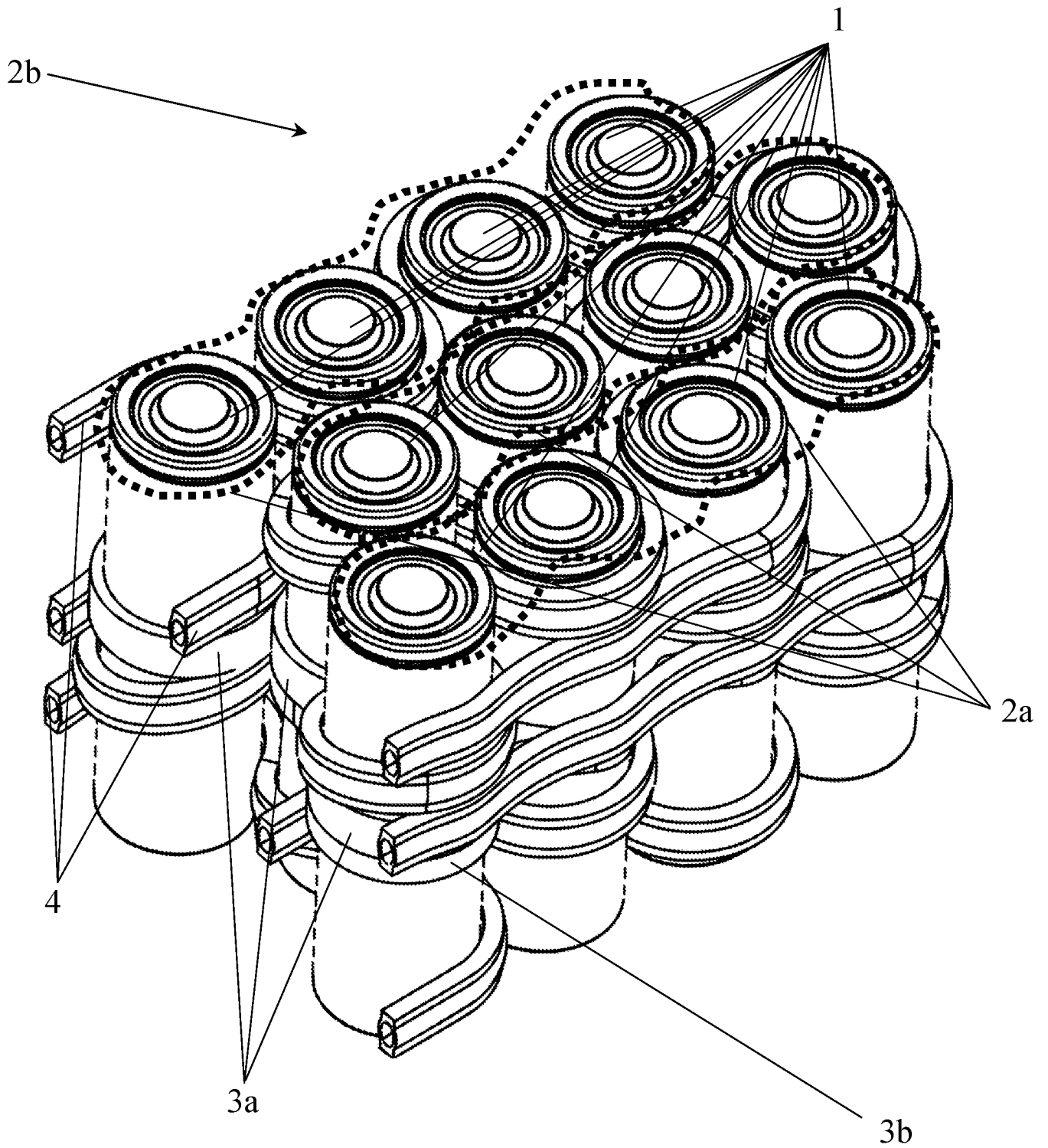


Fig. 1

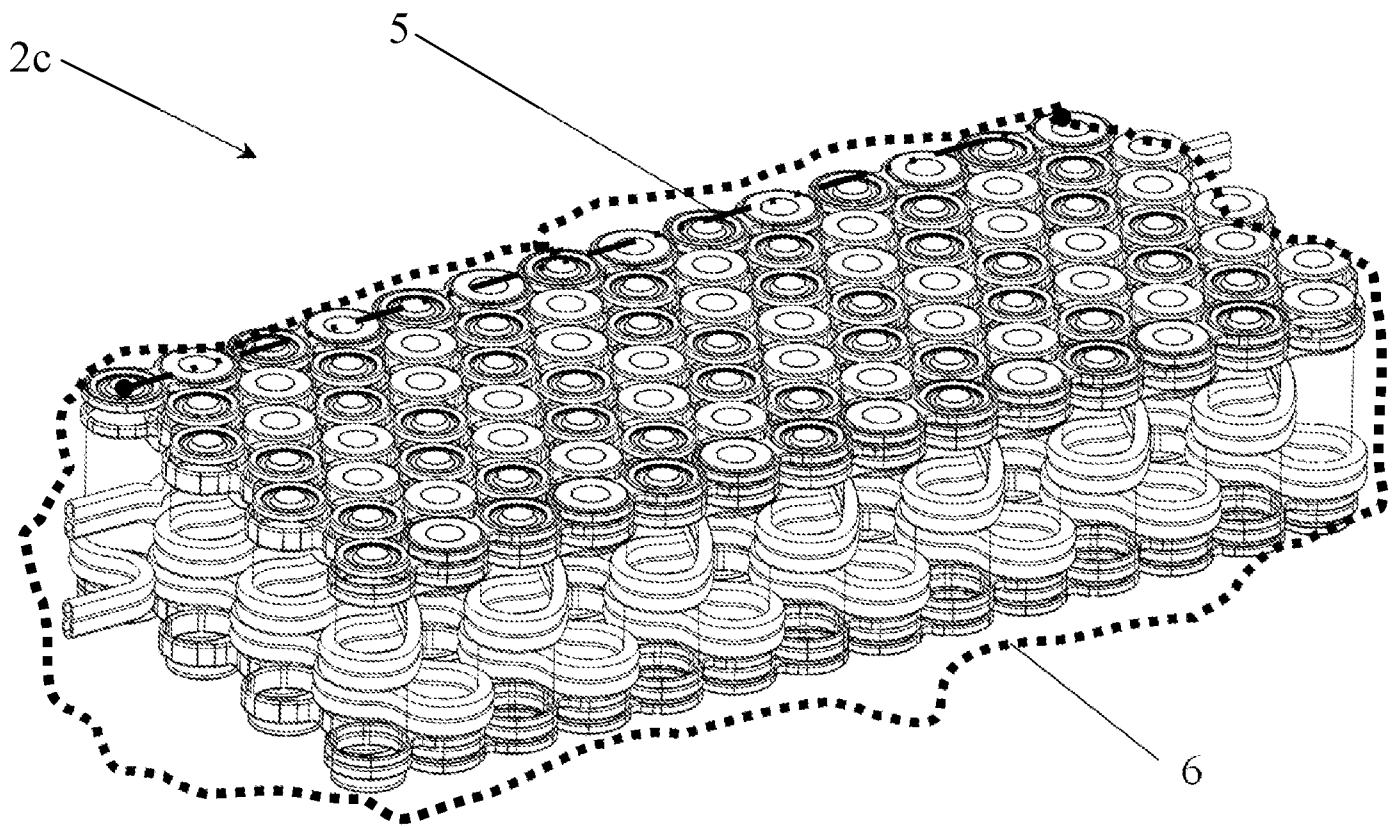


Fig. 2A

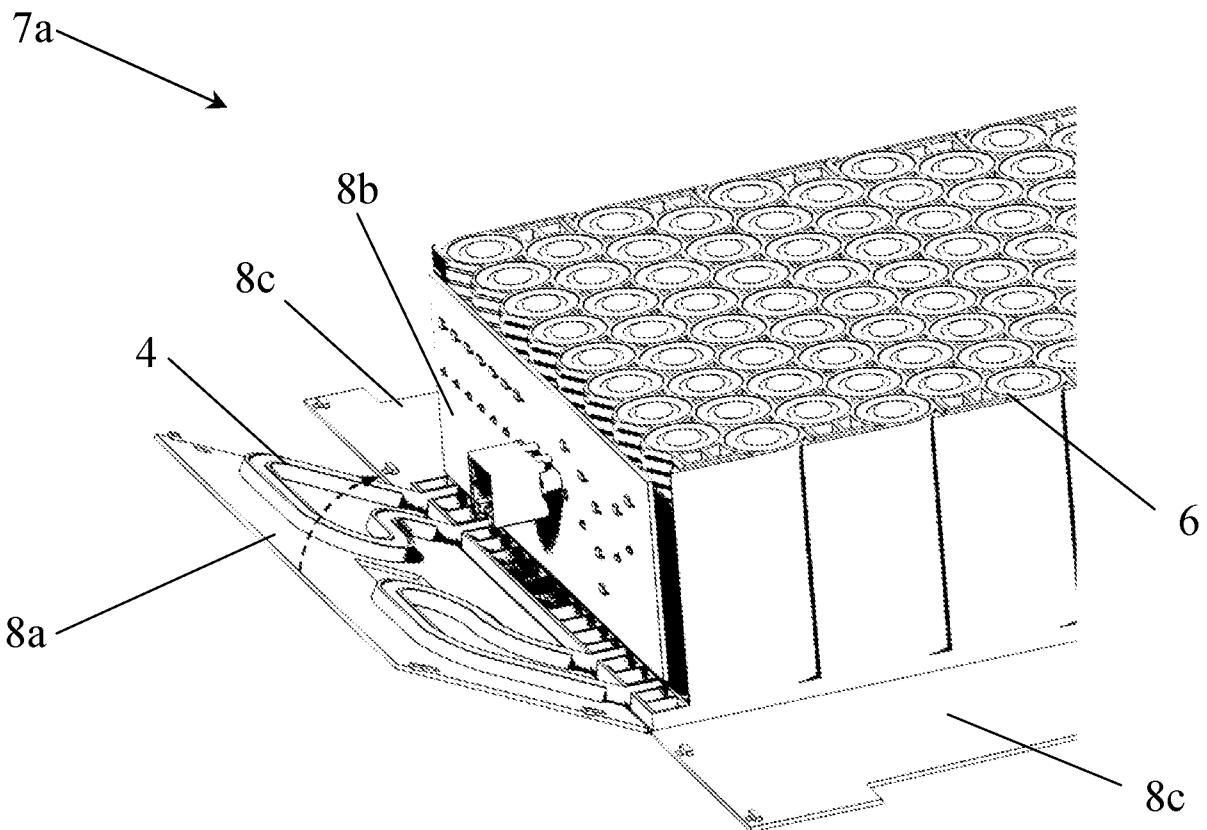
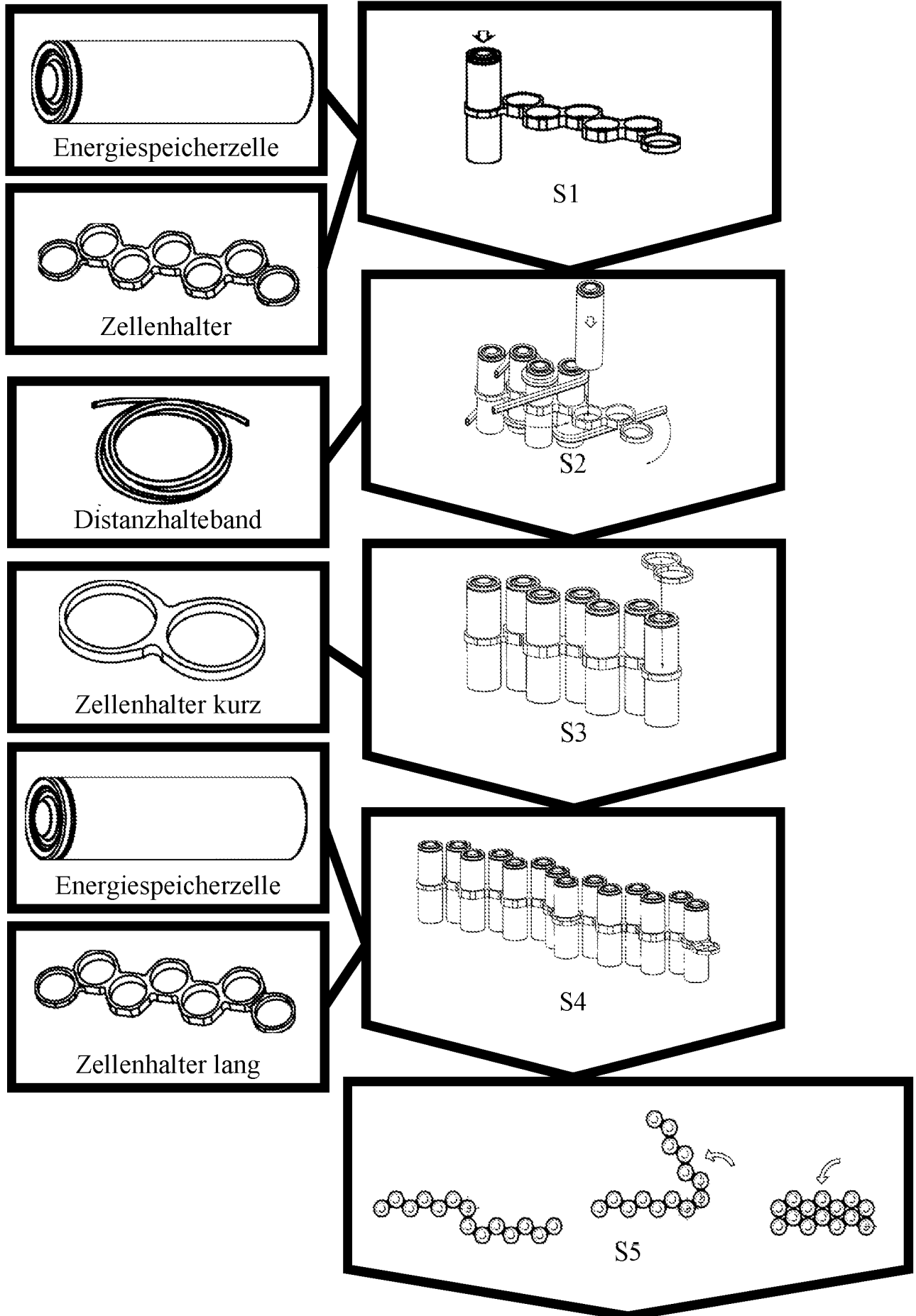
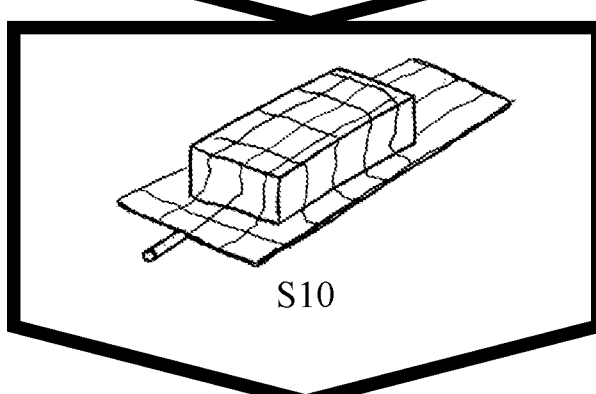
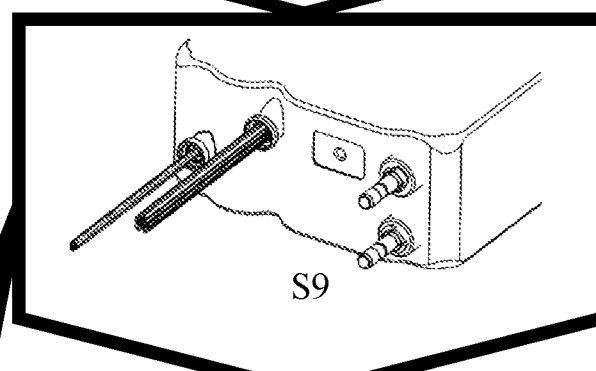
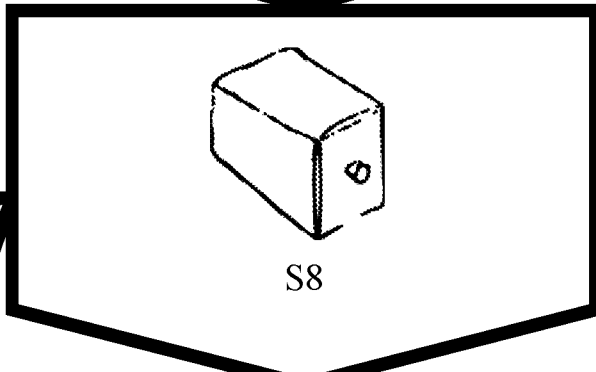
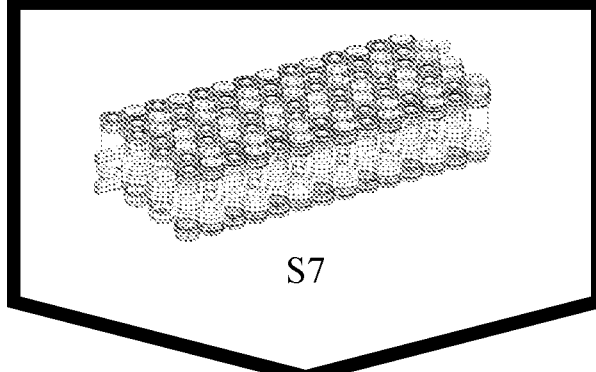
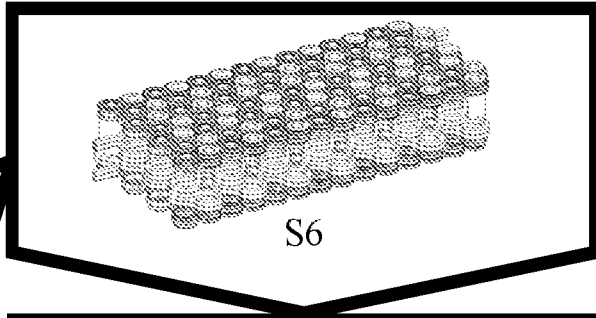
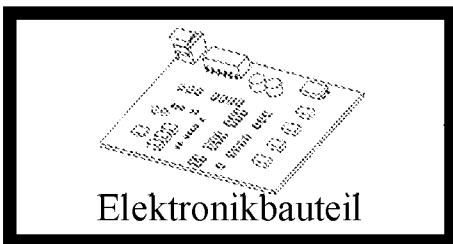
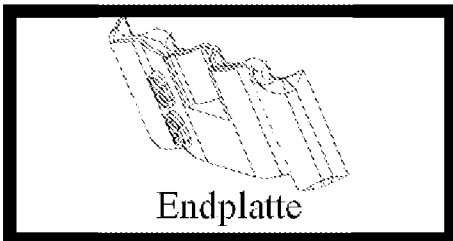
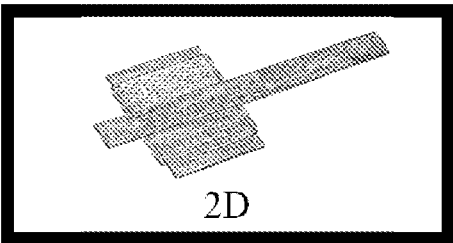
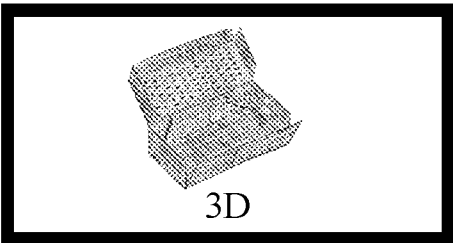
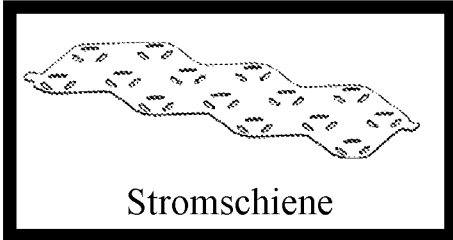
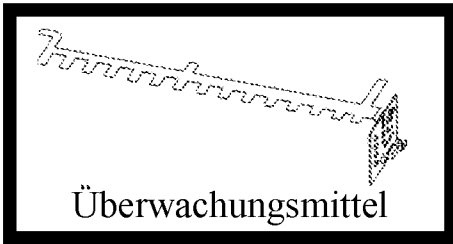


Fig. 2B





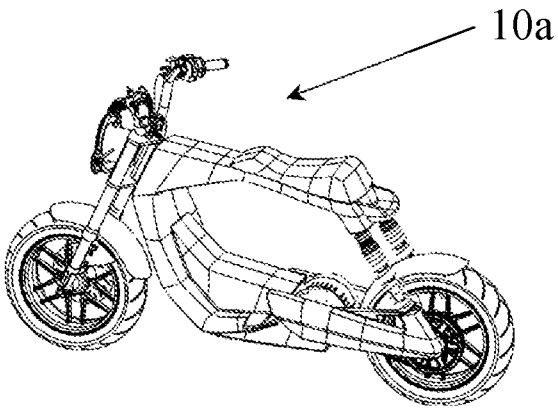


Fig. 4A

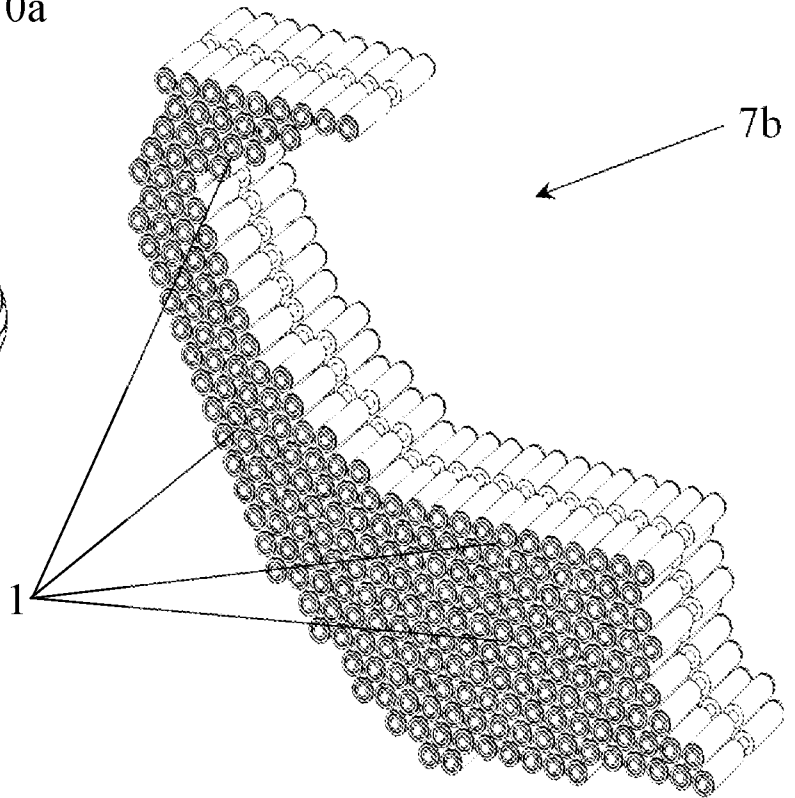


Fig. 4B

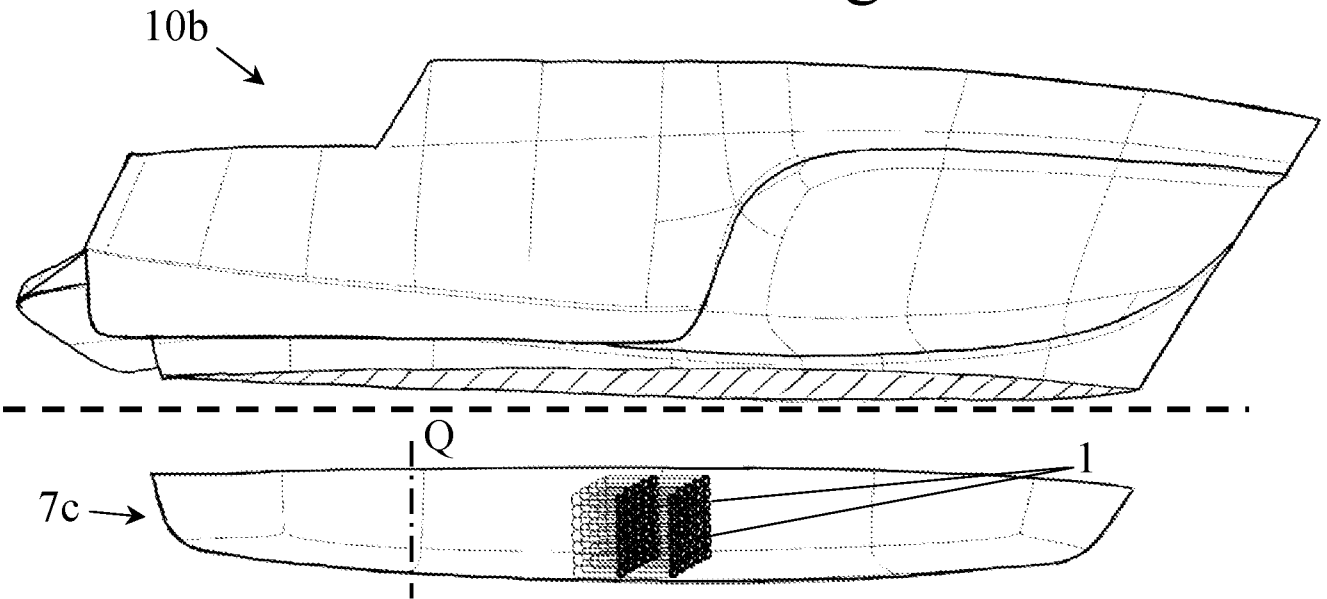


Fig. 5A

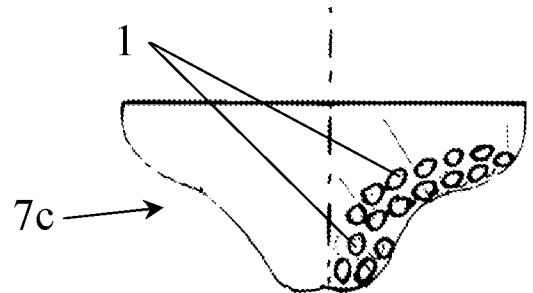


Fig. 5B

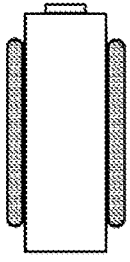


Fig. 6A



Fig. 6B



Fig. 6C

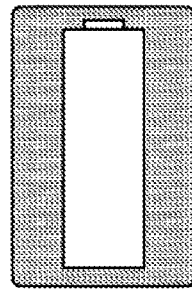


Fig. 6D



Fig. 6E

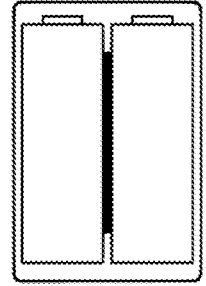


Fig. 6F

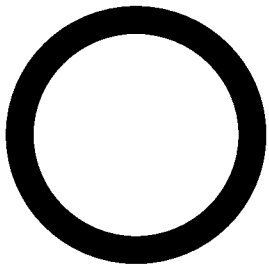


Fig. 7A

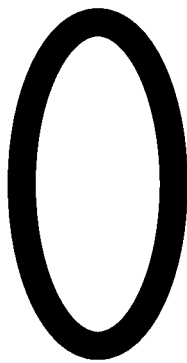


Fig. 7B



Fig. 7C

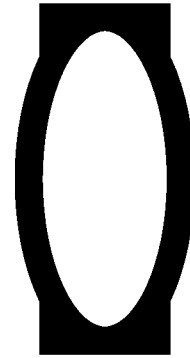


Fig. 7D



Fig. 7E

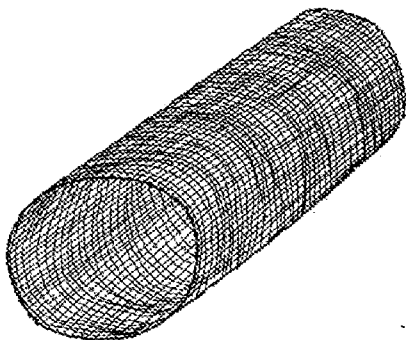


Fig. 8A

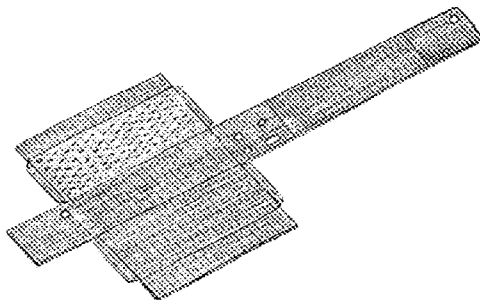


Fig. 8B

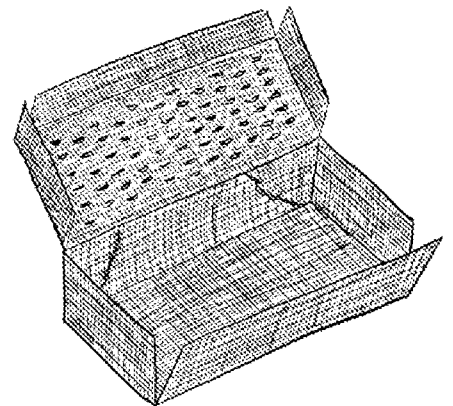


Fig. 8C

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H01M 10/04 (2006.01); **H01M 10/60** (2014.01); **H01M 50/202** (2021.01); **H01M 50/204** (2021.01);
H01M 50/238 (2021.01); **H01M 50/24** (2021.01); **H01M 50/264** (2021.01); **H01M 50/289** (2021.01);
H01M 50/40 (2021.01); **H01M 50/105** (2021.01); **H01M 50/121** (2021.01); **H01M 50/122** (2021.01);
H01M 50/131 (2021.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H01M 10/04 (2022.05); **H01M 10/60** (2015.04); **H01M 50/202** (2021.01); **H01M 50/204** (2021.01);
H01M 50/238 (2021.01); **H01M 50/24** (2021.01); **H01M 50/264** (2021.01); **H01M 50/289** (2021.01);
H01M 50/40 (2021.01); **H01M 50/105** (2021.01); **H01M 50/121** (2021.01); **H01M 50/122** (2021.01);
H01M 50/131 (2021.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H01M

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, Volltext-Patentdatenbanken EN und DE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 04.02.2022 eingereichten Ansprüchen 1 - 22 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	AT 9001 U1 (MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG [AT]) 15. März 2007 (15.03.2007) Beschreibung, Seite 2, Zeilen 1 - 6, 28 - 39, Zeile 46 - Seite 3, Zeile 12, Zeile 37 - Seite 4, Zeile 51; Fig. 1 - 4; Ansprüche 1, 3, 4 - 7, 10 - 12	1 - 7, 17
Y	-"-	1, 10 - 12, 15
X	EP 1261065 A2 (CIT ALCATEL [FR]) 27. November 2002 (27.11.2002) Beschreibung, [0006], [0011] - [0020], [0023] ; Fig. 1 - 5, 7; Ansprüche 1 3, 9, 10, 11, 19 - 21	1 - 7
Y	-"-	1, 10 - 12, 15
Y	DE 102012214964 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE], SAMSUNG SDI CO [KR]) 20. März 2014 (20.03.2014) Beschreibung, [0011], [0016] - [0025], [0027], [0028], [0037], [0039], [0041], [0043], [0056], [0057]; Fig. 2,; Ansprüche 1, 2, 6	1, 10 - 12, 15

Datum der Beendigung der Recherche: 08.11.2022 Seite 1 von 1 Prüfer(in): AIGNER Martin

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:
X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für**
einen Fachmann naheliegend ist.
A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach**
dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).
& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche:

1. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c), mit zumindest einem Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) mit mehreren Energiespeicherzellen (1) und zumindest einem Zellenhalter (3a; 3b), der Aufnahmen für die Energiespeicherzellen (1) aufweist, wobei die Energiespeicherzellen (1) zumindest über einen Teil ihres Umfangs von zumindest einem Distanzhalteband (4) umschlungen sind, wobei die elektrischen Pole der Energiespeicherzellen (1) mit Stromschienen (5) elektrisch verbunden, insbesondere verschweißt, sind, wobei die Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) von einer elektrisch isolierenden, dichten inneren Hülle (6), insbesondere einer Polyethylen- oder Polyolefinfolie, umgeben sind, und um die innere Hülle (6) herum eine äußere Hülle (9) angeordnet ist, die ein mit Harz infiltrierte Fasergewebe umfasst, wobei das Fasergewebe vorzugsweise Glas- oder Basaltfasern umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülle (9) Schwachstellen aufweist, die zwar durch das Harz gefüllt, aber nicht faserverstärkt sind.
2. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) einen Umschlingungswinkel von zumindest 90 Grad an jeder Energiespeicherzelle (1) aufweist.
3. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) einen Umschlingungswinkel von zumindest 150 Grad an zumindest einigen der Energiespeicherzellen (1) aufweist.
4. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) aus einem elastischen Material, vorzugsweise Silikon, PUR, EPDM, PP oder PA, bzw. aus Kombinationen von zumindest zwei der genannten Materialien, besteht.
5. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzhalteband (4) als Schlauch zum Durchfließen mit einem Fluid zum thermischen Konditionieren ausgebildet ist.
6. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlauch einen runden, ovalen oder ellipsenförmigen Querschnitt aufweist.
7. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Zellenhalter (3a; 3b), die Aufnahmen für zwei Energiespeicherzellen

(1) aufweisen, wobei die Aufnahmen so ausgebildet sind, dass die Energiespeicherzellen (1) darin drehbar anordenbar sind, wobei vorzugsweise die Aufnahmen ringförmig ausgebildet sind.

8. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellenhalter (3a; 3b) an ihren Außenflächen Auflager für benachbarte Zellenhalter (3a; 3b) bilden, wobei vorzugsweise die Außenflächen der Aufnahmen der Zellenhalter polygonartig, insbesondere sechseckig, ausgebildet sind.

9. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Aufnahmen des Zellenhalters (3a; 3b) in Bezug zueinander winkelfersetzt sind.

10. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasergewebe in dreidimensionaler Gestalt oder in faltbarer, zweidimensionaler Gestalt ausgebildet ist.

11. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasergewebe der äußeren Hülle (9) ein gesticktes oder gestricktes Gewebe ist.

12. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwachstellen durch dezidierte Lücken im Fasergewebe oder durch Bereitstellen eines Fasergewebes aus einem ausreichend permeablen Basismaterial realisiert sind.

13. Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1 oder nach einem der Ansprüche 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in der inneren Hülle (6) und der äußeren Hülle (9) Durchlässe für Stromleiter, Kühlschläuche, Sensorleitungen, etc. ausgebildet sind.

14. Energiesparmodul (7a; 7b; 7c) nach Anspruch 1, oder nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass Elektronikbauteile (8b), wie ein Modul-Controller oder ein elektrisches Sicherheitssystem innerhalb der inneren Hülle (6) angeordnet sind.

15. Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichermoduls (7a; 7b; 7c) umfassend:
– das Anordnen von zumindest zwei Energiespeicherstapeln (2a; 2b; 2c) aus Energiespeicherzellen (1) zu einem Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c),

- das Zuführen von Energiespeicherzellen (1) in zumindest einen langen Zellenhalter (3a), sodass ein Energiespeicherstapel gebildet wird;
 - das Einlegen von zumindest einem Distanzhalteband (4) in zumindest einer Ebene des Energiespeicherstapels (2a; 2b; 2c), sodass eine definierte Distanz zwischen den Energiespeicherzellen (1) eingehalten wird;
 - das Einbringen der Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) in eine äußere Hülle (9), vorzugsweise aus Fasergewebe,
 - wobei optional die äußere Hülle (9) um Endplatten (8a) mit Durchlässen und/oder Schnittstellen für Kühlmedium gelegt wird,
 - das Einbringen der äußeren Hülle (9) mit dem restlichen Energiespeichermodul (7a; 7b; 7c) in einen Vakuumsack,
 - das Beaufschlagen des Vakuumsacks mit einem Vakuum,
 - das Infiltrieren der äußeren Hülle (9) mit Harz, sodass die äußere Hülle (9) nach Aushärtung des Harzes mechanische Festigkeit und Steifigkeit aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülle (9) Schwachstellen aufweist, die durch das Harz gefüllt werden, aber nicht faserverstärkt sind.
16. Verfahren gemäß Anspruch 15, gekennzeichnet durch:
- das Anbringen eines kurzen Zellenhalters (3b) an einer Energiespeicherzelle (1);
 - das Verbinden eines Energiespeicherstapels (2a; 2b; 2c) mit einem anderen Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c) mittels dem kurzen Zellenhalter (3b).
17. Verfahren gemäß Anspruch 15 oder 16, gekennzeichnet durch:
- das Zusammenklappen und Positionieren der Energiespeicherstapel (2a; 2b; 2c), sodass die Energiespeicherzellen (1) in Bezug aufeinander eine vordefinierte Anordnung einnehmen.
18. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch:
- das Positionieren von Temperaturüberwachungsmitteln und/oder Zellspannungsüberwachungsmitteln an zumindest einigen der Energiespeicherzellen (1) und das thermische bzw. elektrische Anbinden der Temperaturüberwachungsmittel bzw. Zellspannungsüberwachungsmittel an die Energiespeicherzellen (1);
 - das Verbinden der elektrischen Pole der Energiespeicherzellen mit Zellverbindungskontakten bzw. Stromschienen (5).
19. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 18, gekennzeichnet durch:

- das Aufbringen einer isolierenden Schicht über den Energiespeicherstapel zur Ausbildung einer inneren Hülle (6), vorzugsweise mittels Haubenschumpferät und/oder Schrumpftunnel.