



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 000 103.1**
(22) Anmeldetag: **16.01.2023**
(43) Offenlegungstag: **18.07.2024**

(51) Int Cl.: **H01M 50/289 (2021.01)**

H01M 50/249 (2021.01)
H01M 50/264 (2021.01)
B60L 50/64 (2019.01)
B60L 58/10 (2019.01)
H01M 50/502 (2021.01)
H01M 50/204 (2021.01)
H01M 10/42 (2006.01)
G01R 31/36 (2020.01)
H01M 10/48 (2006.01)

(71) Anmelder:
Mercedes-Benz Group AG, 70372 Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2018 103 305	A1
DE	10 2018 120 285	A1
DE	10 2019 007 748	A1

(72) Erfinder:
**Gaisberg-Helfenberg, Alexander von, 71717
Beilstein, DE; Avdyli, Arber, 73262 Reichenbach,
DE; Haefner, Jochen, 73547 Lorch, DE; Stolk,
Thomas, 73230 Kirchheim, DE**

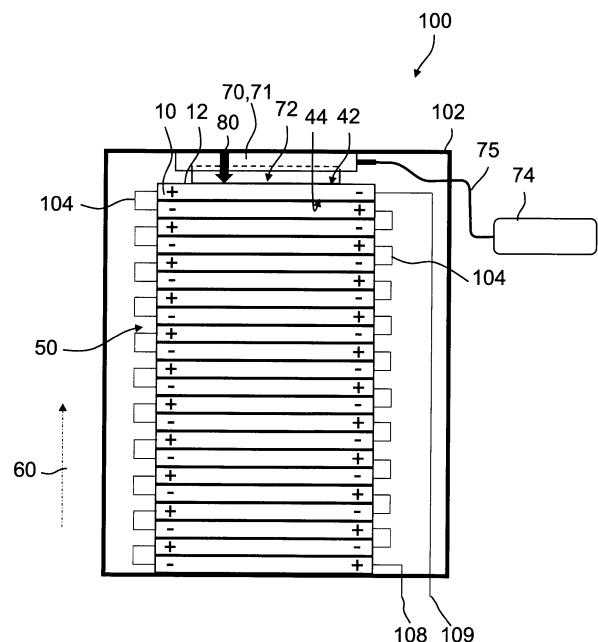
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Hochvoltbatterie und Verfahren zum Betreiben einer Hochvoltbatterie**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Hochvoltbatterie (100) für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, mit einem Stapel (50) von prismatischen Batteriezellen (10), welche jeweils zumindest zwei im Wesentlichen parallel verlaufende Seitenflächen (42, 44) aufweisen. Die prismatischen Batteriezellen (10) sind in einem Batteriegehäuse (102) so in einer Stapelrichtung (60) aufeinander folgend angeordnet, dass die Seitenflächen (42, 44) der benachbarten Batteriezellen (10) aneinander anliegen oder geringfügig beabstandet sind. Eine Druckvorrichtung (70) ist vorgesehen, welche eine Wirkangriffsfläche (72) aufweist, welche zumindest mittelbar mit einer der Seitenflächen (42, 44) der prismatischen Batteriezellen (10) in Wirkkontakt steht und mittels welcher eine Druckkraft (80) auf die eine der Seitenflächen (42, 44) der prismatischen Batteriezellen (10) aufbringbar ist. Dabei ist die Druckvorrichtung (70) dazu ausgebildet, die Druckkraft (80) in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie (100) einzustellen, insbesondere zu steuern und/oder zu regeln.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer Hochvoltbatterie (100).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug.

[0002] Übliche Traktionsbatterien für elektrisch angetriebene Kraftfahrzeuge weisen häufig Batteriezellen, meist sogenannte prismatische Hardcase-Batteriezellen, auf, die zu mehreren aneinandergereiht fest in ein starres Gehäuse eines Batteriemoduls eingesetzt sind. Da sich die Dicke der Zellen während eines Lade- und Entladevorgangs und im Laufe der Zeit verändert, sind Spanneinrichtungen zur Aufrechterhaltung einer konstanten Vorspannung auf die Batteriezellen bekannt.

[0003] Die Dicke der Zellen nimmt üblicherweise mit der Zeit zu. So werden beispielweise federbasierte Spanneinrichtungen vorgeschlagen, die eine konstante Kraft auf die Batteriezellen ausüben.

[0004] Die DE 10 2019 004 928 A1 beschreibt eine Batterie für ein elektrisch betreibbares Kraftfahrzeug mit einer Vielzahl von Batteriezellen, wobei jede der Batteriezellen in einem entladenen Zustand der Batterie ein erstes Volumen und in einem geladenen Zustand der Batterie ein zweites Volumen aufweist. Die Batterie weist eine flexible Spanneinrichtung zum Ausüben einer vorgegebenen Kraft im entladenen Zustand und im geladenen Zustand auf die Vielzahl von Batteriezellen auf. Dabei ist die flexible Spanneinrichtung zum Ausüben der vorgegebenen Kraft auf die Vielzahl von Batteriezellen an einem Kraftfahrzeugbauteil des Kraftfahrzeugs abgestützt.

[0005] Die DE 10 2020 131 528 A1 beschreibt eine Batterie für ein Kraftfahrzeug weist mit mindestens einer Batteriezelle, die zwei erste gegenüberliegende Seiten aufweist. Die Batterie umfasst eine Spanneinrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine Spannkraft auf zumindest eine der beiden ersten Seiten der Batteriezelle auszuüben. Weiterhin weist die Spanneinrichtung mindestens ein Federelement auf, welches ein Formgedächtnismaterial umfasst, das zumindest in einem vorbestimmten mechanischen Spannungsbereich eine superelastische Phase aufweist. Das eine Federelement ist derart unter mechanischer Spannung angeordnet, dass sich das Formgedächtnismaterial in der superelastischen Phase befindet. Hierbei kann die Batterie nicht in allen Betriebsmodi ihre theoretische bestmögliche Leistung erreichen. Beispielweise wird nur die Lebensdauer der Batterie maximiert.

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes

Kraftfahrzeug zu schaffen, mittels welcher ein verbesserter Betrieb des Kraftfahrzeugs ermöglicht ist.

[0007] Eine weitere Aufgabe ist es, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben einer solchen Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug anzugeben.

[0008] Die vorgenannten Aufgaben werden mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0009] Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0010] Nach einem Aspekt der Erfindung wird eine Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug vorgeschlagen, mit einem Stapel von prismatischen Batteriezellen, welche jeweils zumindest zwei im Wesentlichen parallel verlaufende Seitenflächen aufweisen. Die prismatischen Batteriezellen sind in einem Batteriegehäuse so in einer Stapelrichtung aufeinander folgend angeordnet, dass die Seitenflächen der benachbarten Batteriezellen aneinander anliegen oder geringfügig beabstandet sind. Die prismatischen Batteriezellen sind mittels flexibler Zellverbinder miteinander elektrisch verschaltet. Eine Druckvorrichtung ist vorgesehen, welche eine Wirkangriffsfläche aufweist, welche zumindest mittelbar mit einer der Seitenflächen der prismatischen Batteriezellen in Wirkkontakt steht und mittels welcher eine Druckkraft auf die eine der Seitenflächen der prismatischen Batteriezellen aufbringbar ist. Die Druckvorrichtung ist zumindest mittelbar an dem Batteriegehäuse abgestützt. Dabei ist die Druckvorrichtung dazu ausgebildet, die Druckkraft in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie aktiv einzustellen, insbesondere zu steuern und/oder zu regeln.

[0011] Die vorgeschlagene Hochvoltbatterie weist eine Druckvorrichtung auf, welche als selbsttätig agierende und/oder angesteuerte Druckvorrichtung ausgebildet sein kann und die Batteriezellen mit variabler oder konstanter Anpresskraft beaufschlagen kann.

[0012] Die Druckvorrichtung kann dabei beispielsweise als aktiv ansteuerbarer Aktuator, wie beispielsweise ein hydraulischer Aktuator ausgebildet sein, welcher mittels einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung betrieben wird und die Batteriezellen mit einer variablen Presskraft beaufschlagt. Alternativ kann die Druckvorrichtung als Vorrichtung mit variablen mechanischen Eigenschaften ausgebildet sein, welche die Batteriezellen mit einer Anpresskraft beaufschlagt. Die Einspannung der Batteriezellen kann auch mit einer Druckvorrichtung erfolgen, welche ein Federelement mit nichtlinearer, zumindest

bereichsweiser negativer Federrate, oder mit einem bereichsweisen Federquotienten Null, aufweist. In einer weiteren alternativen Ausführung kann die Druckvorrichtung als ein integraler Bestandteil der Hochvoltbatterie, wie beispielsweise ein Batteriegehäuse mit variabler oder mit zelldickenunabhängig konstanter Anpresskraft auf die Batteriezellen ausgebildet sein.

[0013] Vorteilhaft kann die Druckkraft in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie eingestellt, und insbesondere gesteuert und/oder geregelt werden. Ein Normalbetrieb der Hochvoltbatterie umfasst dabei im Wesentlichen einen Ladevorgang und einen Entladevorgang im Betrieb der Hochvoltbatterie, wie auch das Abstellen des Kraftfahrzeugs. Ganz besonders vorteilhaft können dabei Effekte wie eine Temperaturerhöhung der Batteriezellen berücksichtigt oder einem Zelldickenwachstum sowohl durch das Laden der Hochvoltbatterie wie auch durch Alterung der Batteriezellen entgegengewirkt werden.

[0014] Vorteilhaft kann so das Zelldickenwachstum deutlich vermindert werden, da in allen Betriebsmodi der Hochvoltbatterie eine Flächenpressung vorliegt, die nur ein für den jeweiligen Betriebsmodus geringes Zelldickenwachstum zulässt bzw. verursacht.

[0015] Durch die an den jeweiligen Betriebsmodus angepasste Flächenpressung innerhalb der Batteriezellen weisen diese insbesondere in Phasen, bei denen große Ströme fließen, wie beispielsweise beim Schnellladen oder bei hoher Leistungsabgabe, einen geringen Innenwiderstand auf. Dies führt zu geringen Lade- und Entlade-Verlusten.

[0016] Die Kapazität der Hochvoltbatterie ist größer, da die Flächenpressung einen für hohe Energiespeicherfähigkeit günstigen Wert annimmt. Die Kapazität der einzelnen Batteriezellen ist gleich oder weist zumindest sehr ähnliche Werte auf.

[0017] Die Hochvoltbatterie kann in einem vergrößerten Temperaturbereich betrieben werden, da die Flächenpressung in den Zellen für einen geringen Innenwiderstand sorgt, wodurch eine weitere, betriebsbedingte Erwärmung reduziert wird. Vorteilhaft kann eine Erwärmung von Batteriezellen durch hohe Innenwiderstände vermieden werden, sodass das Risiko, dass sich insbesondere beim Schnellladen mit hoher Strombelastung sogenannte Hotspots bilden, die zu einem thermischen Ereignis in der Batteriezelle führen können, minimiert werden kann.

[0018] Die Lebensdauer der Hochvoltbatterie ist größer, da keine durch unkontrollierte Flächenpressung beschleunigte Alterung stattfindet. Unkontrolliertes Dendritenwachstum in den Batteriezellen kann günstigerweise vermieden werden.

[0019] Ein Ladungsausgleich zwischen den Batteriezellen kann entweder entfallen, da alle Batteriezellen die gleiche oder zumindest sehr ähnliche Kapazität aufweisen, oder der Ladungsausgleich kann mit deutlich reduzierten Stromflüssen durchgeführt werden, was den Energieverbrauch senkt.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Hochvoltbatterie kann die Druckvorrichtung als ein hydraulischer Aktuator mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung und/oder als eine Tellerfeder und/oder als das Batteriegehäuse ausgebildet sein. Auf diese Weise kann eine selbsttätig agierende und/oder angesteuerte Druckvorrichtung realisiert werden, welche die Batteriezellen mit variabler oder konstanter Anpresskraft beaufschlagen kann. Vorteilhaft kann die Einstellkraft der als hydraulischer Aktuator ausgebildeten Druckvorrichtung mittels der Steuer- und/oder Regeleinrichtung gesteuert und/oder geregelt werden.

[0021] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug mit einem Stapel von prismatischen Batteriezellen, welche mit ihren im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Seitenflächen in einem Batteriegehäuse in einer Stapelrichtung aufeinander folgend angeordnet sind, und mit einer Druckvorrichtung zum Aufbringen einer Druckkraft auf eine der Seitenflächen der prismatischen Batteriezellen vorgeschlagen. Es ist vorgesehen, dass die Druckkraft in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie aktiv gesteuert und/oder geregelt wird.

[0022] Die Hochvoltbatterie weist eine Druckvorrichtung, beispielsweise einen hydraulischen Aktuator auf, welche mittels einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung betrieben wird, und welche als selbsttätig agierende und/oder angesteuerte Druckvorrichtung ausgebildet sein kann und die Batteriezellen mit variabler oder konstanter Anpresskraft beaufschlagen kann.

[0023] Vorteilhaft kann die Druckkraft in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie eingestellt, und insbesondere gesteuert und/oder geregelt werden. Ein Normalbetrieb der Hochvoltbatterie umfasst dabei im Wesentlichen einen Ladevorgang und einen Entladevorgang im Betrieb der Hochvoltbatterie, wie auch das Abstellen des Kraftfahrzeugs. Ganz besonders vorteilhaft können dabei Effekte wie eine Temperaturerhöhung der Batteriezellen berücksichtigt oder einem Zelldickenwachstum sowohl durch das Laden der Hochvoltbatterie wie auch durch Alterung der Batteriezellen entgegengewirkt werden.

[0024] Vorteilhaft kann so das Zelldickenwachstum deutlich vermindert werden, da in allen Betriebsmodi der Hochvoltbatterie eine Flächenpressung eingestellt werden kann, die nur ein für den jeweiligen Betriebsmodus geringes Zelldickenwachstum zulässt bzw. verursacht.

[0025] Durch die an den jeweiligen Betriebsmodus angepasste Flächenpressung innerhalb der Batteriezellen weisen diese insbesondere in Phasen, bei denen große Ströme fließen, wie beispielsweise beim Schnellladen oder bei hoher Leistungsabgabe, einen geringen Innenwiderstand auf. Dies führt zu geringen Lade- und Entladeverlusten.

[0026] Die Kapazität der Hochvoltbatterie ist größer, da die Flächenpressung einen für hohe Energiespeicherfähigkeit günstigen Wert annimmt. Die Kapazität der einzelnen Batteriezellen ist gleich oder weist zumindest sehr ähnliche Werte auf.

[0027] Die Hochvoltbatterie kann in einem vergrößerten Temperaturbereich betrieben werden, da die Flächenpressung in den Zellen für einen geringen Innenwiderstand sorgt, wodurch eine weitere, betriebsbedingte Erwärmung reduziert wird. Vorteilhaft kann eine Erwärmung von Batteriezellen durch hohe Innenwiderstände vermieden werden, sodass das Risiko, dass sich insbesondere beim Schnellladen mit hoher Strombelastung sogenannte Hotspots bilden, die zu einem thermischen Ereignis in der Batteriezelle führen könnten, minimiert werden kann.

[0028] Vorteilhaft kann durch erhöhten Druck im Aktivmaterial der Batteriezellen, welcher durch die Druckvorrichtung ausgeübt werden kann, der Innenwiderstand des Aktivmaterials der Batteriezellen abgesenkt werden und der Erwärmung des Aktivmaterials entgegengewirkt werden.

[0029] Die Lebensdauer der Hochvoltbatterie ist größer, da keine durch unkontrollierte Flächenpressung beschleunigte Alterung stattfindet. Unkontrolliertes Dendritenwachstum in den Batteriezellen kann günstigerweise vermieden werden.

[0030] Ein Ladungsausgleich zwischen den Batteriezellen kann entweder entfallen, da alle Batteriezellen die gleiche oder zumindest eine sehr ähnliche Kapazität aufweisen, oder der Ladungsausgleich kann mit deutlich reduzierten Stromflüssen durchgeführt werden, was den Energieverbrauch senkt.

[0031] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft in Abhängigkeit eines aktuellen Energieinhalts der Batteriezellen gesteuert und/oder geregelt werden. Insbesondere kann dabei die Druckkraft mit höherem Energieinhalt im Vergleich zu der Druckkraft bei kleinerem Energieinhalt erniedrigt werden. Günstigerweise kann so

der Innenwiderstand der Batteriezellen reduziert werden, sodass Ladeverluste minimiert werden können.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft bei entladene Batteriezellen im Vergleich zu der Druckkraft bei geladenen Batteriezellen angehoben werden. So kann einer bei entladener Batteriezelle auftretenden Gasentwicklung in der Batteriezelle wirksam entgegengewirkt werden.

[0033] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft so gesteuert und/oder geregelt werden, dass ein Innenwiderstand der Batteriezellen während eines Ladevorgangs minimal wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass eine ausreichend hohe Flächenpressung eingestellt wird. Insbesondere bei Batteriezellen, in denen Gas freigesetzt wurde, kann die Steuer- und/oder Regeleinrichtung die durchschnittlich auf die Batteriezellen wirkende Flächenpressung berücksichtigen. Diese kann günstigerweise auf einen Wert von beispielsweise 0,3 MPa eingestellt werden.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft in Abhängigkeit einer Temperatur der Batteriezellen gesteuert und/oder geregelt werden, wobei die Druckkraft mit steigender Temperatur erhöht wird. So kann günstigerweise vermieden werden, dass sich insbesondere beim Schnellladen mit hoher Strombelastung sogenannte Hotspots bilden, die zu einem thermischen Ereignis in der Batteriezelle führen könnten.

[0035] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft in Abhängigkeit eines durch die Batteriezellen fließenden Stroms, insbesondere bei einem Ladevorgang, gesteuert und/oder geregelt werden, wobei die Druckkraft mit steigendem Strom erhöht wird. Auf diese Weise kann einer Erwärmung des Aktivmaterials der Batteriezelle beim Stromfluss günstigerweise entgegengewirkt werden.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft in Abhängigkeit eines Zelldickenwachstums der Batteriezellen gesteuert und/oder geregelt werden, wobei die Druckkraft mit erwartetem steigendem Zelldickenwachstum erhöht wird. Günstigerweise kann so das erwartete Zelldickenwachstum mitberücksichtigt werden, da dieses sich in Abhängigkeit von der wirkenden Flächenpressung in den Batteriezellen unterschiedlich einstellt.

[0037] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann die Druckkraft bei abgestelltem Kraftfahrzeug im Vergleich zu der Druckkraft bei

einem Betrieb des Kraftfahrzeugs und/oder beim Laden der Batteriezellen erniedrigt werden. Im abgestellten Zustand des Fahrzeugs kann beispielsweise eine sehr geringe Flächenpressung, beispielsweise 0,15 MPa, eingestellt werden. Dies erhöht die kalendarische Lebensdauer. Der definierte geringe Druck stellt eine geringe innere Gasbildung in den Batteriezellen sicher.

[0038] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0039] Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Batteriezelle für eine Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug;

Fig. 2 einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie nach einem alternativen Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie nach einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 eine Federkennlinie einer Druckvorrichtung der Hochvoltbatterie nach **Fig. 4**; und

Fig. 6 einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie nach einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel.

[0040] In den Figuren sind gleiche oder gleichartige Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

[0041] **Fig. 1** zeigt einen Längsschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Batteriezelle für eine Hochvoltbatterie für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug.

[0042] Die Batteriezelle 10 weist ein thermisch leitfähiges, insbesondere metallisches, Zellgehäuse 12 auf. In dem Zellgehäuse 12 ist ein Elektrodenpaket 30 angeordnet und mit zwei an oder in dem Zellgehäuse 12 angeordneten Anschlusspolen 22, 24 elektrisch verbunden. Dabei sind Ableiter 36, 38

des Elektrodenpakets 30 über elektrische Verbindungen 26 mit den Anschlusspolen 22, 24 elektrisch gekoppelt.

[0043] Das Elektrodenpaket 30 kann beispielsweise als ein Elektrodenwickel, auch als flach gepresster Elektrodenwickel, oder als Elektrodenstapel aus einzelnen Elektroden- und Separatorblättern und/oder aus Z-gefalteten Elektroden- und Separatorblättern ausgebildet sein.

[0044] Bei dem Ausführungsbeispiel in **Fig. 1** ist ein Elektrodenstapel 30 gezeigt, dessen positive Elektroden 32 und negative Elektroden 34 leicht gegeneinander versetzt dargestellt sind. Der dazwischen angeordnete Separator ist nicht dargestellt.

[0045] Das Elektrodenpaket 30 ist wenigstens bereichsweise von einer Isolierfolie 40 umgeben, welche zwischen dem Elektrodenpaket 30 und dem Zellgehäuse 12 angeordnet ist. Auf diese Weise ist das Elektrodenpaket 30 gegen das metallische Zellgehäuse 12 elektrisch isoliert.

[0046] In dem Zellgehäuse 12 ist ein Füllstand des Elektrolyten 28, welcher über den Elektrodenpaket 30 liegt, erkennbar. Das Elektrodenpaket 30 und der Elektrolyt 28 bilden das Aktivmaterial der Batteriezelle 10.

[0047] Das Zellgehäuse 12 weist ein prismatisches Gehäuseteil 14, beispielsweise einen tiefgezogenen Zellbecher, sowie einen das Gehäuseteil 14 verschließenden Deckel 16 auf, an dem die beiden Anschlusspole 22, 24 angeordnet sind. Die Isolierfolie 40 ist im Bereich des Gehäuseteils 14 zwischen dem Elektrodenpaket 30 und einer Wand 18 und einem Boden 20 des Gehäuseteils 14 angeordnet.

[0048] **Fig. 2** zeigt einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie 100 für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0049] Bezugszeichen sind in **Fig. 2** wie auch in den folgenden Figuren der Übersichtlichkeit halber jeweils nur an einem entsprechenden Bauteil von mehreren gleichartigen Bauteilen angebracht.

[0050] Die Hochvoltbatterie 100 umfasst einen Stapel 50 von prismatischen Batteriezellen 10, welche jeweils zumindest zwei im Wesentlichen parallel verlaufende Seitenflächen 42, 44 aufweisen. Die prismatischen Batteriezellen 10 sind in einem Batteriegehäuse 102 so in einer Stapelrichtung 60 aufeinander folgend angeordnet, dass die Seitenflächen 42, 44 der benachbarten Batteriezellen 10 aneinander anliegen oder geringfügig beabstandet sind. Die prismatischen Batteriezellen 10 sind mittels flexibler Zellverbinder 104 miteinander elektrisch in

Serie verschaltet. Die elektrische Spannung wird mit einem Hochvoltanschluss 108, 109 aus dem Batteriegehäuse 102 herausgeführt.

[0051] Es ist eine Druckvorrichtung 70 mit einer Wirkgriffsfläche 72 vorgesehen, welche zumindest mittelbar mit einer der Seitenflächen 42, 44 der prismatischen Batteriezellen 10 in Wirkkontakt steht und mittels welcher eine Druckkraft 80 auf die eine der Seitenflächen 42, 44 der prismatischen Batteriezellen 10 aufgebracht werden kann.

[0052] Die Druckvorrichtung 70 ist bei diesem Ausführungsbeispiel als hydraulischer Aktuator 71 ausgebildet, welcher zumindest mittelbar an dem Batteriegehäuse 102 abgestützt ist. Eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung 74 ist über eine Steuerleitung 75 mit dem hydraulischen Aktuator 71 elektrisch gekoppelt, um die Druckkraft 80 in Abhängigkeit eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie 100 einzustellen, insbesondere zu steuern und/oder zu regeln.

[0053] Der hydraulische Aktuator 71 wird von der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 74 variabel mit Druck beaufschlagt. Der Aktuator 71 presst dann die Batteriezellen 10 gegen die gegenüber liegende Innenwand des Batteriegehäuses 102. Somit kann die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 74 die in den Batteriezellen 10 wirksame Flächenpressung auf das Aktivmaterial der Batteriezellen 10 einstellen.

[0054] Die Druckkraft 80 kann dabei mittels der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 74 vorteilhaft in Abhängigkeit eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie 100 gesteuert und/oder geregelt werden.

[0055] Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren kann die Druckkraft 80 beispielsweise in Abhängigkeit eines aktuellen Energieinhalts der Batteriezellen 10 gesteuert und/oder geregelt werden. Insbesondere kann die Druckkraft 80 mit höherem Energieinhalt im Vergleich zu der Druckkraft 80 bei kleinerem Energiegehalt erniedrigt werden.

[0056] Bei entladenen Batteriezellen 10 kann die Druckkraft 80 im Vergleich zu der Druckkraft 80 bei geladenen Batteriezellen 10 angehoben werden.

[0057] Die Druckkraft 80 kann weiter so gesteuert und/oder geregelt werden, dass ein Innenwiderstand der Batteriezellen 10 während eines Ladevorgangs minimal wird.

[0058] Weiter kann die Druckkraft 80 in Abhängigkeit einer Temperatur der Batteriezellen 10 gesteuert und/oder geregelt werden, wobei die Druckkraft 80 mit steigender Temperatur erhöht wird.

[0059] Die Druckkraft 80 kann vorteilhaft in Abhängigkeit eines durch die Batteriezellen 10 fließenden Stroms, insbesondere bei einem Ladevorgang, gesteuert und/oder geregelt werden, wobei die Druckkraft 80 mit steigendem Strom erhöht wird.

[0060] Vorteilhaft kann die Druckkraft 80 in Abhängigkeit eines Zelldickenwachstums der Batteriezellen 10 gesteuert und/oder geregelt werden, wobei die Druckkraft 80 mit erwartetem steigendem Zelldickenwachstum erhöht wird.

[0061] Bei abgestelltem Kraftfahrzeug kann die Druckkraft 80 im Vergleich zu der Druckkraft 80 bei einem Betrieb des Kraftfahrzeugs und/oder beim Laden der Batteriezellen 10 erniedrigt werden.

[0062] Fig. 3 zeigt einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie 100 nach einem alternativen Ausführungsbeispiel.

[0063] Bei den Ausführungsbeispielen in den Fig. 3, 4 und 6 sind Druckvorrichtungen 70 zum Verpressen der Batteriezellen 10 eingesetzt, welche selbsttätig ohne eine aktive Steuer- und/oder Regeleinrichtung 74 die Druckkraft einstellen und teilweise regeln.

[0064] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Batteriezellen 10 der Hochvoltbatterie 100 durch eine Bimetall-Tellerfeder 76 als Druckvorrichtung 70 innen am Batteriegehäuse 102 abgestützt. Die Bimetall-Tellerfeder 76 ist thermisch an den Stapel 50 von Batteriezellen 10 angekoppelt. Wenn sich die Batteriezellen 10 bei hoher Strombelastung wegen eines hohen Innenwiderstandes erwärmen, so steigt auch die Temperatur der Bimetall-Tellerfeder 76. Die Bimetall-Tellerfeder 76 kann günstigerweise so ausgebildet sein, dass sich dadurch die Druckkraft 80 auf die Batteriezellen 10 mit steigender Temperatur erhöht.

[0065] Die Bimetall-Tellerfeder 76 weist eine von der Temperatur abhängige Kraftwirkung auf; sie erhöht bei steigender Temperatur die Kraft auf den Zellstapel 50 und erhöht so die in den Batteriezellen 10 auf das Elektrodenpaket 30 wirkende Flächenpressung. Durch den dadurch erhöhten Druck im Aktivmaterial sinkt dessen Innenwiderstand. Die Bimetall-Tellerfeder 76 wirkt der Ursache der Erwärmung, dem hohen Innenwiderstand, entgegen. Bei wieder sinkender Strombelastung, wie sie beispielsweise am Ende des Ladevorgangs auftritt, sinkt die Zelltemperatur und damit auch die Temperatur der Bimetall-Tellerfeder 76. Dadurch wird am Ende des Ladevorgangs selbsttätig die Flächenpressung in den Batteriezellen 10 reduziert, wodurch diese den maximalen Energieinhalt aufnehmen können.

[0066] Vorteilhaft ermöglicht es diese Anordnung somit, sehr kostengünstig selbstregelnd die Flächen-

pressung einzustellen, und den unterschiedlichen Betriebspunkten anzupassen.

[0067] Die Druckvorrichtung 70 kann die Anpresskraft auf die Batteriezellen 10 dem Betriebsmodus der Hochvoltbatterie 100 selbsttätig als Funktion der Temperatur in einem Bereich von 0,15 bis 0,5 MPa anpassen.

[0068] Fig. 4 zeigt einen Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie 100 nach einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel.

[0069] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Batteriezellen 10 des Zellstapels 50 durch eine als Tellerfeder 78 ausgeführte Druckvorrichtung 70 mit bereichsweise negativer Federkonstante oder eine Tellerfeder 78 mit einer bereichsweisen Federkonstanten von Null innen am Batteriegehäuse abgestützt.

[0070] Fig. 5 zeigt dazu die Federkennlinie der Tellerfeder 78 nach Fig. 4. Es ist eine Druckkraft 80 als Funktion eines Federwegs 90 aufgetragen.

[0071] Im Neuzustand der Hochvoltbatterie 100 ist die Tellerfeder 78 auf eine Länge 92 vorgespannt. Mit zunehmender Alterung und/oder zunehmendem Zelldickenwachstum wird die Tellerfeder 78 weiter komprimiert. Dadurch nimmt sie eine Länge zwischen der Länge 92 und einer Länge 94 ein. Die auf die Batteriezellen 10 wirkende Kraft nimmt über den im Neuzustand vorliegenden Wert 84 nicht mehr zu. Bei einer negativen Federkonstanten nimmt die Kraft und damit die auf die Batteriezellen 10 wirksame Flächenpressung ab. Bei einer Federkonstanten von Null bleibt sie konstant. Die Kraft 84 führt auf der Batteriezelle 10 beispielsweise zu einer Flächenpressung von 0,4 MPa. Die Kraft 82 stellt beispielsweise eine Mindestflächenpressung von 0,3 MPa sicher.

[0072] Vorteilhaft kann so die Druckvorrichtung 70 dafür sorgen, dass die Flächenpressung in den Batteriezellen 10 nicht aufgrund des Zelldickenwachstums unzulässig hohe Werte annehmen kann. Je nach verwendetem innerem Zellaufbau kann die Flächenpressung durch entsprechende Auslegung der Tellerfeder 78 bei erhöhter Zelldicke reduziert werden, oder konstant bleiben.

[0073] In Fig. 6 ist ein Horizontalschnitt durch einen schematischen Aufbau einer Hochvoltbatterie 100 nach einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel dargestellt.

[0074] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Batteriezellen 10 des Zellstapels 50 beidseitig innen am Batteriegehäuse 102 abgestützt. An dem dem Hochvoltanschluss 108, 109 abgewandten Ende des Bat-

teriegehäuses 102 ist die Endplatte des metallischen Batteriegehäuses 102 mit dem Minuspol der letzten Batteriezelle 10 elektrisch verbunden. Der Strom fließt dadurch insbesondere durch die beiden Längsseiten 110, 112 des Batteriegehäuses 102 zum negativen Hochvoltanschluss 108.

[0075] Bei geeigneter Materialwahl für das Batteriegehäuse 102 kann der metallische Werkstoff durch entsprechende Führung des Abkühlprozesses beim Urformen und Polarisierung in einem magnetischen Feld so ausgebildet sein, dass dessen Weiss-Bezirke (magnetischen Dipolmomente) in begrenzten Bereichen parallel ausgerichtet sind.

[0076] Bei hohem Stromfluss durch die Gehäuselängsseiten 110, 112 ziehen diese sich daher zusammen, und erhöhen so die Flächenpressung auf das Elektrodenpaket 30 in den Batteriezellen 10. Das Batteriegehäuse 102 dient daher als selbstregelnde Druckvorrichtung 70, welche beim Schnellladen mit hohem Stromfluss das Elektrodenpaket 30 zusammenpresst und somit den Abstand der Moleküle im Aktivmaterial reduziert. Bei hohem Stromfluss weisen die Batteriezellen 10 daher einen vorteilhaft geringen Innenwiderstand auf.

[0077] In der Endphase des Aufladevorgangs wird der Stromfluss vom Ladesteuergerät reduziert. Dies führt dazu, dass sich das Batteriegehäuse 102 wieder ausdehnt. Die Pressung im Aktivmaterial wird reduziert, so dass das Aktivmaterial die maximale Speicherkapazität aufweist.

[0078] Im abgestellten Zustand des Fahrzeugs kühlt das Batteriegehäuse 102 auf Umgebungstemperatur ab, und kann so eine Mindestflächenpressung beispielsweise von 0,3 MPa einstellen.

[0079] Vorteilhaft kann das Batteriegehäuse 102 die Anpresskraft auf die Batteriezellen 10 dem Betriebsmodus der Hochvoltbatterie 100 als Funktion des Stromflusses selbsttätig anpassen.

Bezugszeichenliste

10	Batteriezelle
12	Zellgehäuse
14	Gehäuseteil
16	Deckel
18	Wand
20	Boden
22	Anschlusspol
24	Anschlusspol
26	elektrische Verbindung
28	Elektrolyt

30	Elektrodenpaket
32	positive Elektrode
34	negative Elektrode
36	Ableiter
38	Ableiter
40	Isolierfolie
42	Seitenfläche
44	Seitenfläche
50	Stapel
60	Stapelrichtung
70	Druckvorrichtung
71	hydraulischer Aktuator
72	Wirkangriffsfläche
74	Steuer- und/oder Regeleinrichtung
75	Steuerleitung
76	Bimetall-Tellerfeder
78	Tellerfeder
80	Druckkraft
82	untere Kraftgrenze
84	obere Kraftgrenze
90	Federweg
92	untere Länge
94	obere Länge
100	Hochvoltbatterie
102	Batteriegehäuse
104	Zellverbinder
106	Wärmeleitungsmedium
108	Hochvoltanschluss
109	Hochvoltanschluss
110	Längsseite
112	Längsseite

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102019004928 A1 [0004]
- DE 102020131528 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Hochvoltbatterie (100) für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, mit einem Stapel (50) von prismatischen Batteriezellen (10), welche jeweils zumindest zwei im Wesentlichen parallel verlaufende Seitenflächen (42, 44) aufweisen, wobei die prismatischen Batteriezellen (10) in einem Batteriegehäuse (102) so in einer Stapelrichtung (60) aufeinander folgend angeordnet sind, dass die Seitenflächen (42, 44) der benachbarten Batteriezellen (10) aneinander anliegen oder geringfügig beabstandet sind, wobei die prismatischen Batteriezellen (10) mittels flexibler Zellverbinder (104) miteinander elektrisch verschaltet sind, und wobei eine Druckvorrichtung (70) vorgesehen ist, welche eine Wirkangriffsfläche (72) aufweist, welche zumindest mittelbar mit einer der Seitenflächen (42, 44) der prismatischen Batteriezellen (10) in Wirkkontakt steht und mittels welcher eine Druckkraft (80) auf die eine der Seitenflächen (42, 44) der prismatischen Batteriezellen (10) aufbringbar ist, wobei die Druckvorrichtung (70) zumindest mittelbar an dem Batteriegehäuse (102) abgestützt ist, wobei die Druckvorrichtung (70) dazu ausgebildet ist, die Druckkraft (80) in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie (100) aktiv einzustellen.

2. Hochvoltbatterie nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckvorrichtung (70) als ein hydraulischer Aktuator (71) mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung (74) ausgebildet ist.

3. Verfahren zum Betreiben einer Hochvoltbatterie (100) für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, mit einem Stapel (50) von prismatischen Batteriezellen (10), welche mit ihren im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Seitenflächen (42, 44) in einem Batteriegehäuse (102) in einer Stapelrichtung (60) aufeinander folgend angeordnet sind, und mit einer Druckvorrichtung (70) zum Aufbringen einer Druckkraft (80) auf eine der Seitenflächen (42, 44) der prismatischen Batteriezellen (10), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) in Abhängigkeit wenigstens eines Betriebszustands im Normalbetrieb der Hochvoltbatterie (100) aktiv gesteuert und/oder geregelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) in Abhängigkeit eines aktuellen Energieinhalts der Batteriezellen (10) gesteuert und/oder geregelt wird, wobei die Druckkraft (80) mit höherem Energieinhalt im Vergleich zu der Druckkraft (80) bei kleinerem Energiegehalt erniedrigt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) bei entladenen Batteriezellen (10) im Vergleich zu der

Druckkraft (80) bei geladenen Batteriezellen (10) angehoben wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) so gesteuert und/oder geregelt wird, dass ein Innenwiderstand der Batteriezellen (10) während eines Ladevorgangs minimal wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) in Abhängigkeit einer Temperatur der Batteriezellen (10) gesteuert und/oder geregelt wird, wobei die Druckkraft (80) mit steigender Temperatur erhöht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) in Abhängigkeit eines durch die Batteriezellen (10) fließenden Stroms bei einem Ladevorgang gesteuert und/oder geregelt wird, wobei die Druckkraft (80) mit steigendem Strom erhöht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) in Abhängigkeit eines Zelldickenwachstums der Batteriezellen (10) gesteuert und/oder geregelt wird, wobei die Druckkraft (80) mit erwartetem steigendem Zelldickenwachstum erhöht wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraft (80) bei abgestelltem Kraftfahrzeug im Vergleich zu der Druckkraft (80) bei einem Betrieb des Kraftfahrzeugs und/oder beim Laden der Batteriezellen (10) erniedrigt wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

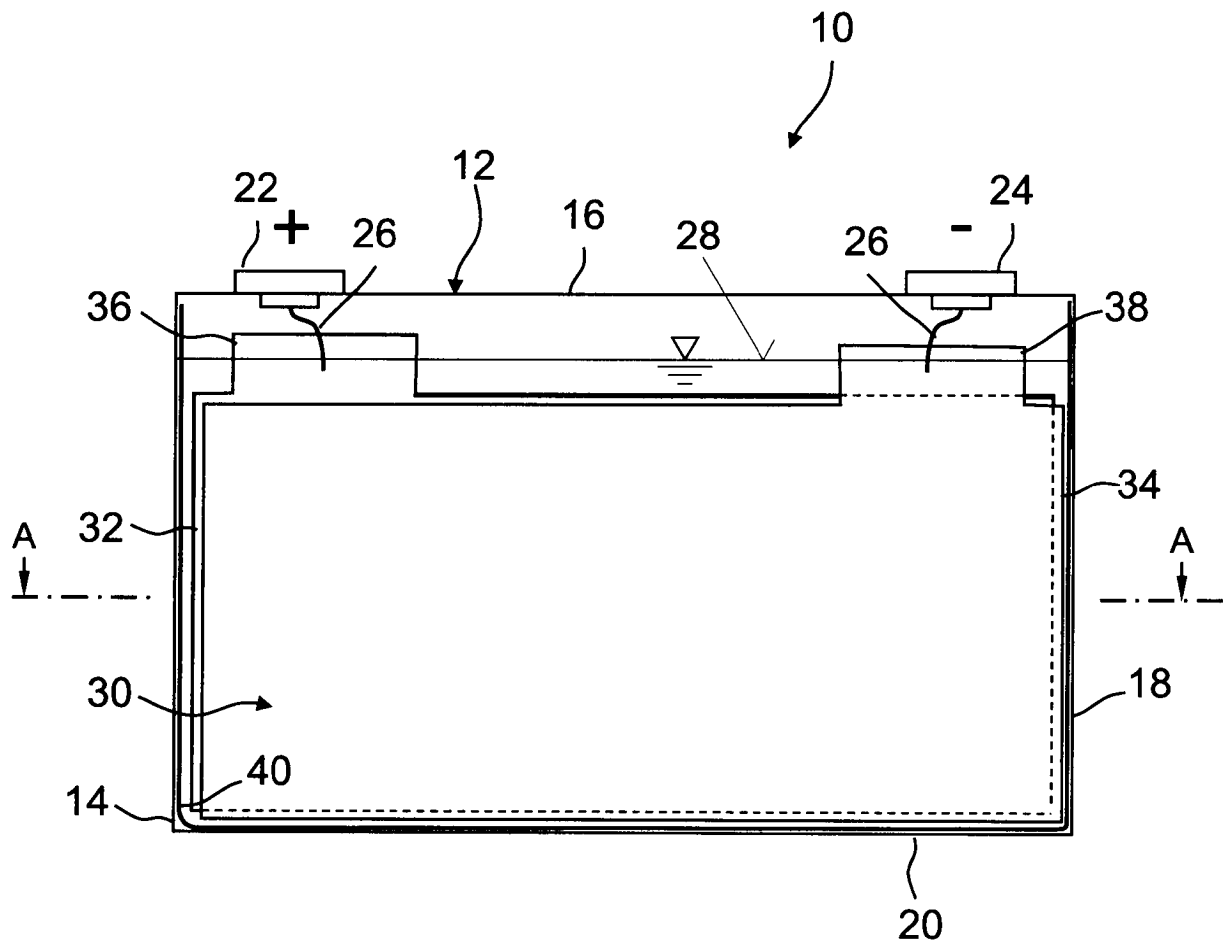


Fig. 1

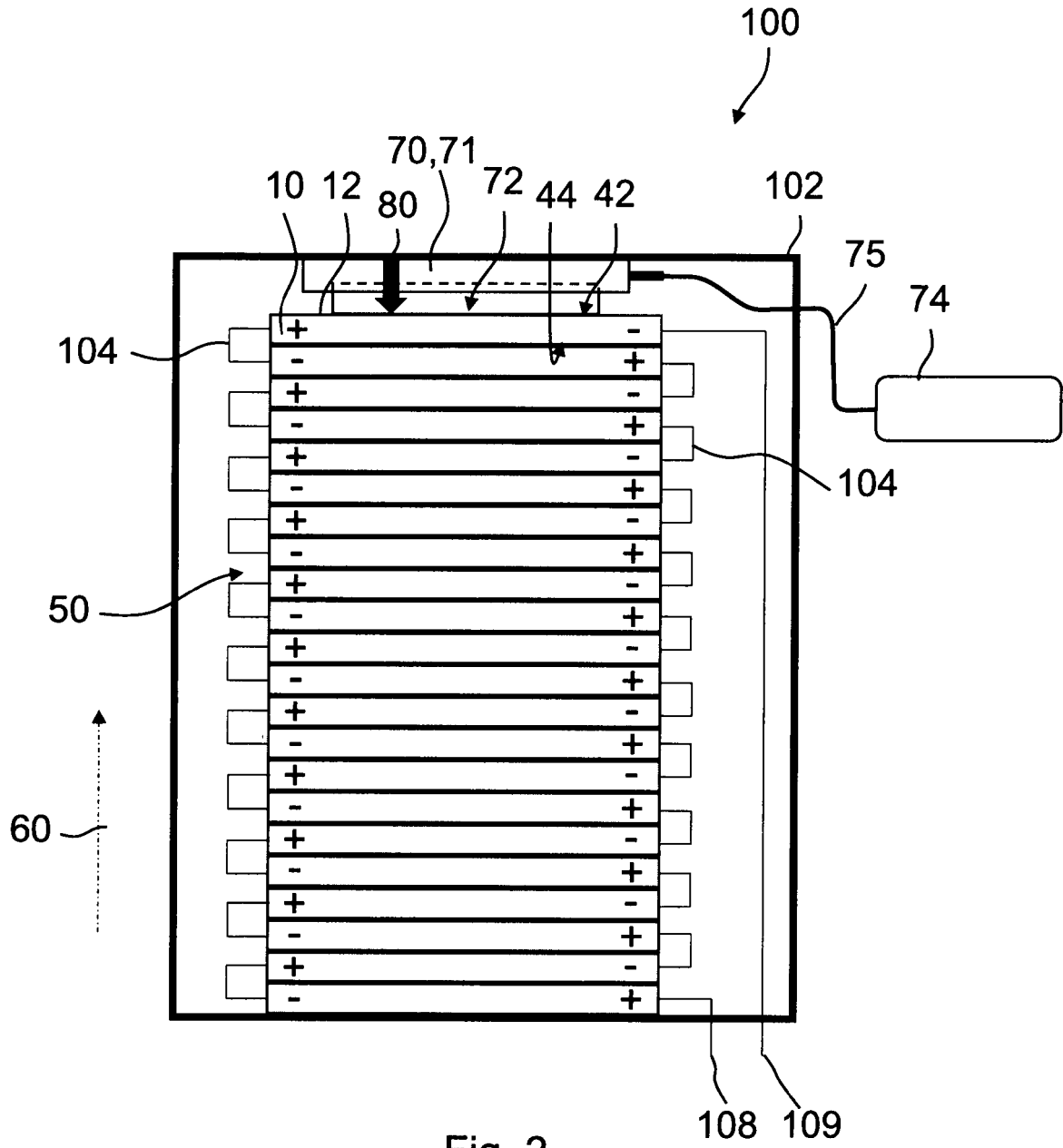


Fig. 2

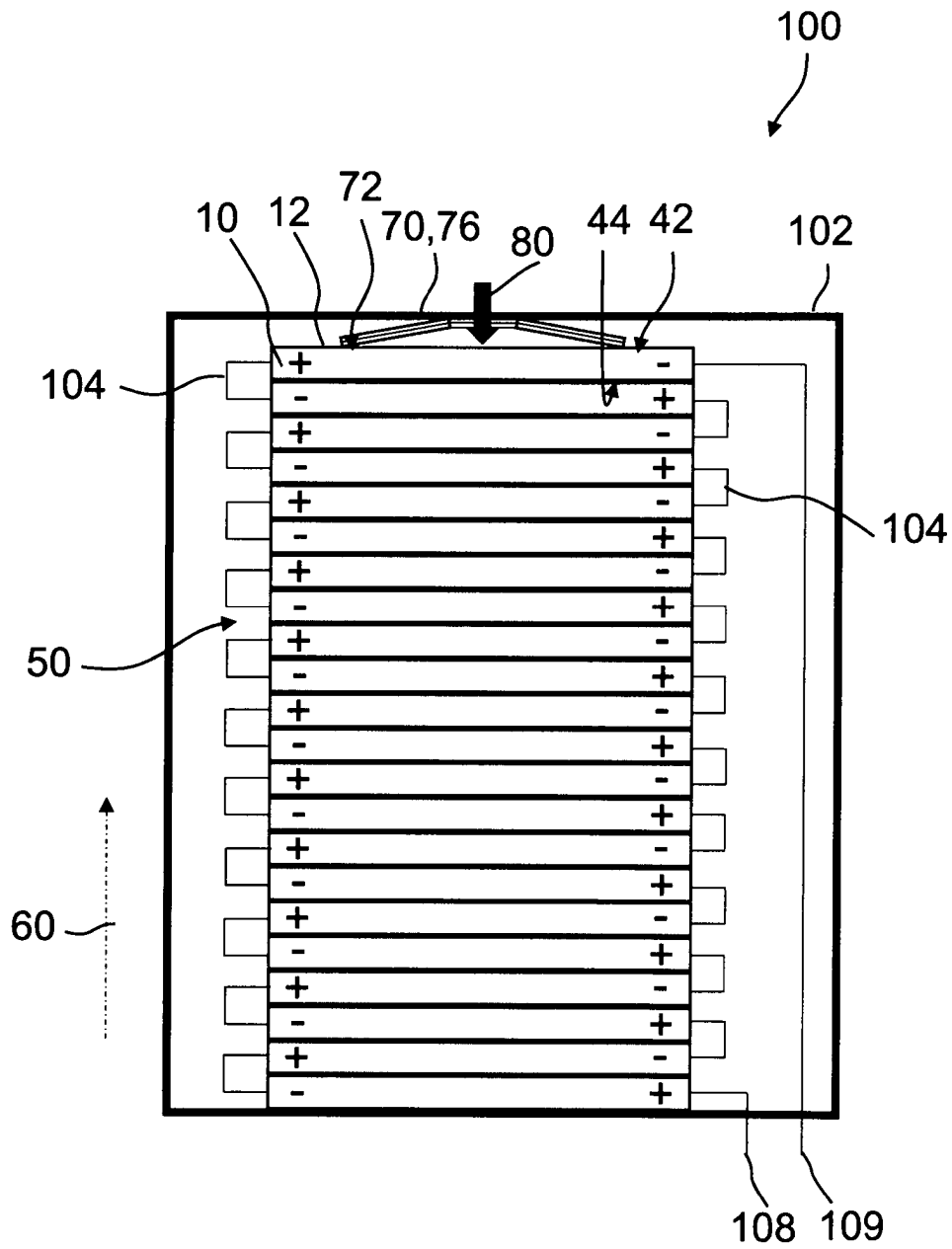


Fig. 3

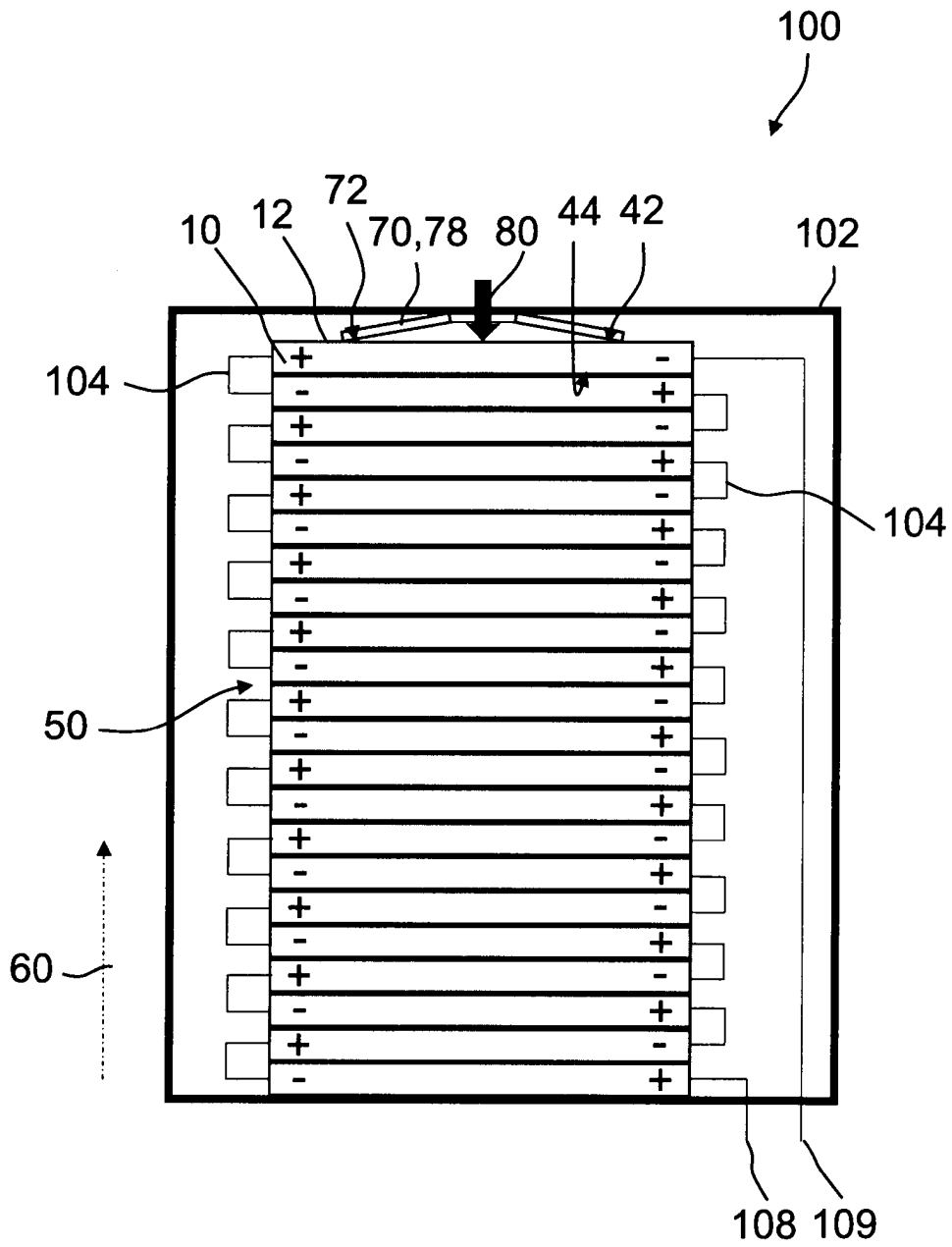


Fig. 4

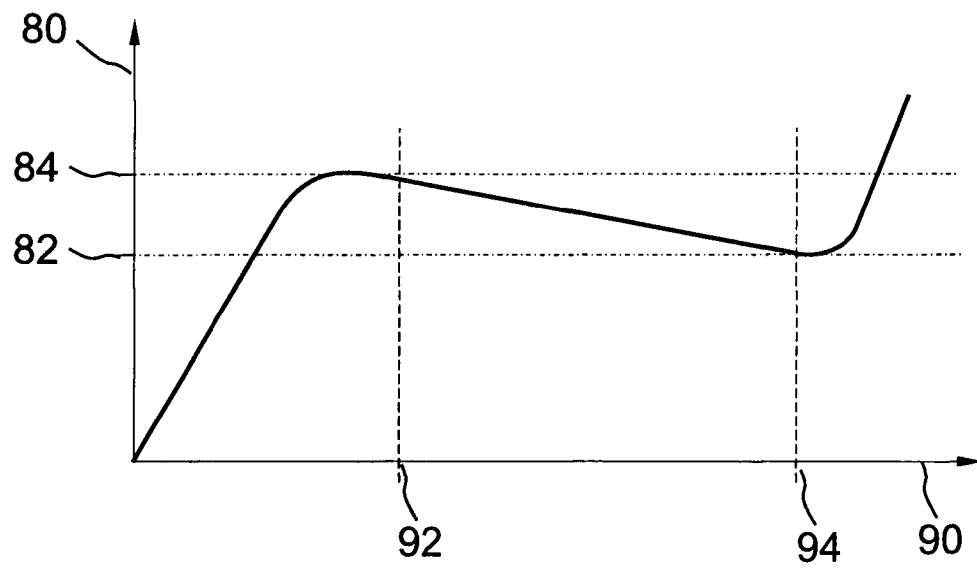


Fig. 5

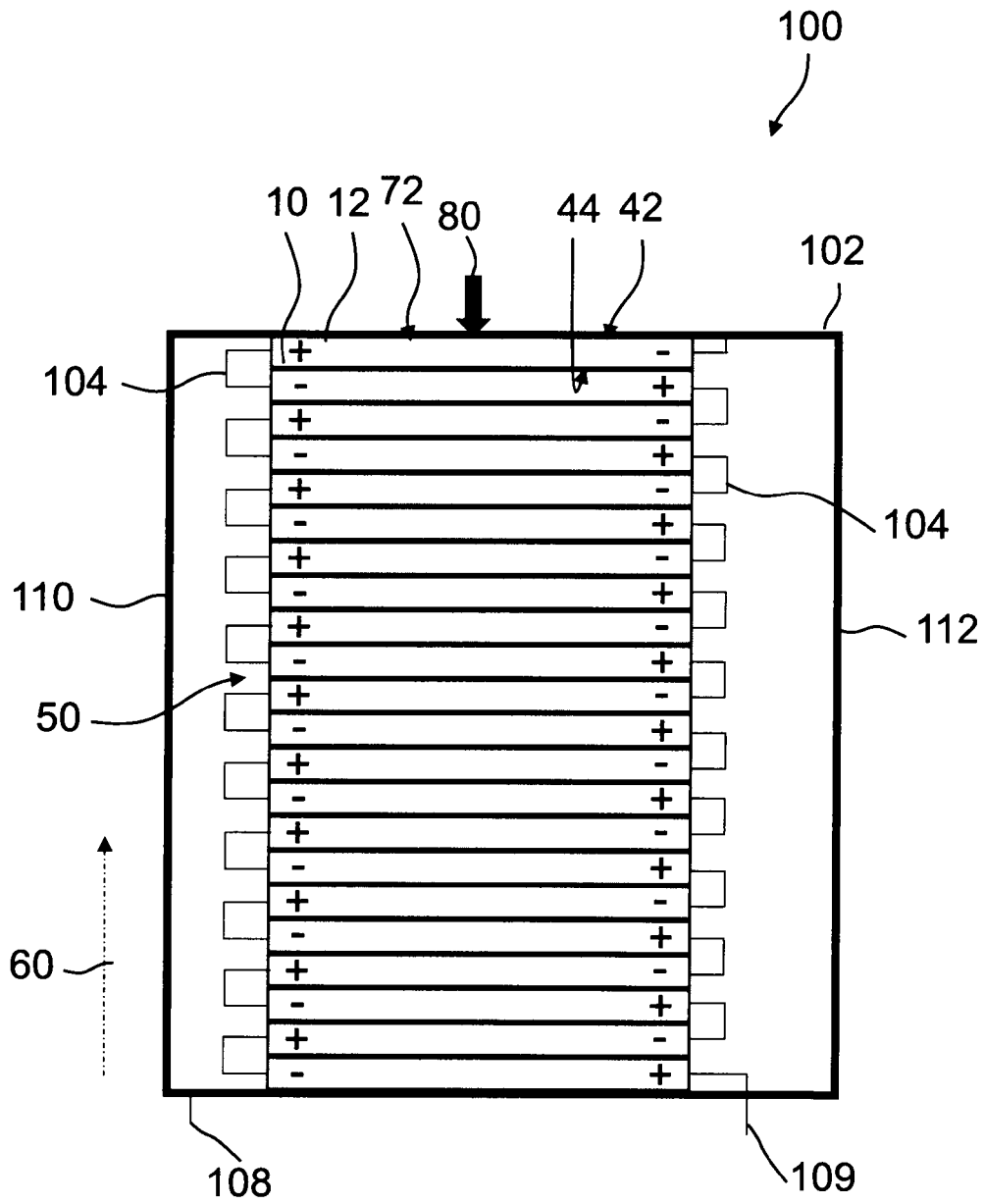


Fig. 6