



(10) **DE 10 2016 121 265 A1** 2018.05.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 121 265.2**

(22) Anmeldetag: **07.11.2016**

(43) Offenlegungstag: **09.05.2018**

(51) Int Cl.: **H01M 2/20** (2006.01)

H01M 2/12 (2006.01)

(71) Anmelder:
ElringKlinger AG, 72581 Dettingen, DE

(74) Vertreter:
**Hoeger, Stellrecht & Partner Patentanwälte mbB,
70182 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Fritz, Wolfgang, 72555 Metzingen, DE; Kazmaier,
Stefan, 73230 Kirchheim, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

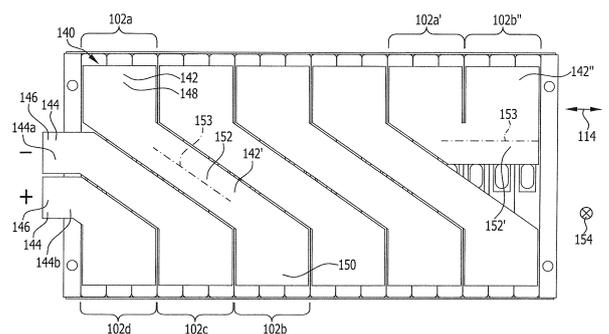
DE	10 2011 109 238	A1
US	2010 / 0 266 887	A1
EP	2 824 732	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Zellkontaktierungssystem für eine elektrochemische Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Um ein Zellkontaktierungssystem für eine elektrochemische Vorrichtung, die mehrere Zellgruppen umfasst, welche jeweils eine oder mehrere elektrochemische Zellen umfassen, wobei jede elektrochemische Zelle ein erstes Zellterminal und ein zweites Zellterminal aufweist, wobei die elektrochemischen Zellen längs einer Längsrichtung aufeinander folgen, die ersten Zellterminals in einem ersten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen und die zweiten Zellterminals in einem zweiten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen, wobei das Zellkontaktierungssystem mindestens einen Zellverbinder zum elektrisch leitenden Verbinden von Zellterminals einer ersten Zellgruppe mit Zellterminals einer zweiten Zellgruppe umfasst, zu schaffen, welches eine Relativbewegung zwischen den elektrisch miteinander zu verbindenden Zellterminals auch dann zuverlässig ermöglicht, wenn die Abstände der aufeinander folgenden Zellterminals klein sind, wird vorgeschlagen, dass mindestens ein Zellverbinder sich schräg zu der Längsrichtung von Zellterminals der ersten Zellgruppe in dem ersten Zellterminalbereich zu Zellterminals der zweiten Zellgruppe in dem zweiten Zellterminalbereich erstreckt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zellkontaktierungssystem für eine elektrochemische Vorrichtung, die mehrere Zellgruppen umfasst, welche jeweils eine oder mehrere elektrochemische Zellen umfassen, wobei jede elektrochemische Zelle ein erstes Zellterminal und ein zweites Zellterminal aufweist, wobei die elektrochemischen Zellen längs einer Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen, die ersten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem ersten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen und die zweiten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem zweiten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen, wobei das Zellkontaktierungssystem mindestens einen Zellverbinder zum elektrisch leitenden Verbinden von Zellterminals einer ersten Zellgruppe mit Zellterminals einer zweiten Zellgruppe umfasst und wobei der Zellverbinder einen ersten Kontaktbereich zum Kontaktieren der Zellterminals der ersten Zellgruppe und einen zweiten Kontaktbereich zum Kontaktieren der Zellterminals der zweiten Zellgruppe umfasst.

[0002] Bei bekannten elektrochemischen Vorrichtungen mit Zellkontaktierungssystemen der vorstehend genannten Art werden prismatische elektrochemische Zellen so in der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung nebeneinander angeordnet, dass in jedem Zellterminalbereich Zellterminals positiver Polarität und Zellterminals negativer Polarität alternierend in der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen. Zur Herstellung einer Reihenschaltung dieser elektrochemischen Zellen werden jeweils zwei unmittelbar nebeneinander liegende Zellterminals unterschiedlicher Polarität mittels eines Zellverbinders elektrisch leitend miteinander verbunden, welcher sich parallel zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung von dem einen Zellterminal zu dem anderen Zellterminal erstreckt und an beiden Zellterminals, beispielsweise durch Verschweißung oder Verschraubung, festgelegt ist.

[0003] Es ist bekannt, bei solchen Zellkontaktierungssystemen zur Kompensation von Relativbewegungen zwischen den elektrochemischen Zellen, beispielsweise aufgrund von unterschiedlicher Wärmeausdehnung, den Zellverbinder mit einem Ausgleichselement, beispielsweise in Form einer Welle, zu versehen.

[0004] Wenn aber der zwischen den miteinander zu verbindenden Zellterminals zur Verfügung stehende Raum beschränkt ist, unterliegt die Geome-

trie eines solchen Ausgleichselements engen Restriktionen, wodurch dessen Funktionsfähigkeit eingeschränkt ist.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Zellkontaktierungssystem der eingangs genannten Art zu schaffen, welches eine Relativbewegung zwischen den elektrisch miteinander zu verbindenden Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung auch dann zuverlässig ermöglicht, wenn die Abstände der in der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgenden Zellterminals klein sind.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Zellkontaktierungssystem mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens ein Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems sich schräg zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung von Zellterminals der ersten Zellgruppe in dem ersten Zellterminalbereich zu Zellterminals der zweiten Zellgruppe in dem zweiten Zellterminalbereich erstreckt.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt somit das Konzept zugrunde, die Zellterminals der elektrochemischen Zellen zumindest teilweise nicht durch sich parallel zur Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung innerhalb desselben Zellterminalbereichs erstreckende Zellverbinder miteinander zu verschalten, sondern durch einen oder mehrere Zellverbinder, welche sich schräg zu der Längsrichtung von dem ersten Zellterminalbereich hinüber zu dem zweiten Zellterminalbereich erstrecken.

[0008] Durch diese Verschaltung des Strompfades in schräger oder diagonaler Richtung innerhalb des Zellkontaktierungssystems liegen die durch den jeweiligen Zellverbinder elektrisch leitend miteinander verbundenen Zellterminals unterschiedlicher Polarität räumlich weit auseinander, so dass zwischen den Kontaktbereichen des Zellverbinders genügend Platz verbleibt, um Ausgleichs- oder Kompensationselemente an dem Zellverbinder vorzusehen, oder auf solche Kompensationselemente sogar ganz verzichtet werden kann, da Relativbewegungen zwischen den miteinander verbundenen elektrochemischen Zellen durch eine Verformung des Zwischenbereichs des Zellverbinders zwischen den Kontaktbereichen des Zellverbinders aufgenommen werden können.

[0009] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Zellverbinder einen den ersten Kontaktbereich und den zweiten Kontaktbereich miteinander verbindenden Zwischenbereich umfasst, dessen Längsachse schräg zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung ausgerichtet ist.

[0010] Ferner kann vorgesehen sein, dass ein solcher Zwischenbereich seitliche Ränder umfasst, welche schräg zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung ausgerichtet sind.

[0011] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Längsachse und/oder ein oder mehrere seitliche Ränder des Zwischenbereichs mit der Längsachse einen Winkel von mehr als 10° einschließen.

[0012] Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Längsachse und/oder ein oder mehrere seitliche Ränder des Zwischenbereichs mit der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung einen Winkel von weniger als 80° einschließen.

[0013] Die Längsachse und/oder ein oder mehrere seitliche Ränder des Zwischenbereichs des Zellverbinders verlaufen vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu einer Kontaktebene der elektrochemischen Vorrichtung, in welcher die Kontaktflächen der Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung liegen.

[0014] Der Zwischenbereich kann ein oder mehrere Ausgleichs- oder Kompensationselemente, beispielsweise Kompensationswellen, aufweisen, kann aber auch im Wesentlichen eben, ohne solche Ausgleichs- oder Kompensationselemente, ausgebildet sein.

[0015] Bei einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Zellverbinder sich von Zellterminals der ersten Zellgruppe bis zu Zellterminals einer der ersten Zellgruppe unmittelbar benachbarten zweiten Zellgruppe erstreckt.

[0016] Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems sich von Zellterminals der ersten Zellgruppe bis zu Zellterminals einer der ersten Zellgruppe nicht unmittelbar benachbarten zweiten Zellgruppe erstreckt.

[0017] In diesem Fall ist vorzugsweise vorgesehen, dass der mindestens eine Zellverbinder sich über eine zwischen der ersten Zellgruppe und der zweiten Zellgruppe angeordnete weitere Zellgruppe der elektrochemischen Vorrichtung hinweg erstreckt.

[0018] Eine solche diagonale oder schräge Verschaltung der Zellgruppen mit Überspringen jeweils einer oder mehrerer Zellgruppen durch den Zellverbinder bietet den Vorteil einer verbesserten und insbesondere homogeneren Temperaturverteilung innerhalb der elektrochemischen Vorrichtung.

[0019] Bei einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektrochemischen

Zellen der elektrochemischen Vorrichtung zwischen zwei Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung angeordnet sind, welche quer, vorzugsweise im Wesentlichen senkrecht, zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung ausgerichtet und in der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung voneinander beabstandet sind, wobei das Zellkontaktierungssystem zwei Stromanschlüsse unterschiedlicher Polarität aufweist.

[0020] Dabei ist es für eine einfache Verbindung des Zellkontaktierungssystems mit einer externen Stromquelle und/oder mit einem externen Verbraucher günstig, wenn die zwei Stromanschlüsse an derselben Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung enden.

[0021] Alternativ hierzu kann aber auch vorgesehen sein, dass die zwei Stromanschlüsse an verschiedenen Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung enden, insbesondere an einander entgegengesetzten Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung.

[0022] Die beiden Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems sind vorzugsweise beide in derselben Ebene angeordnet, welche vorzugsweise parallel zu einer Kontaktebene der elektrochemischen Vorrichtung verläuft, in welcher die Kontaktflächen der Zellterminals der elektrochemischen Zellen der elektrochemischen Vorrichtung liegen.

[0023] Das Zellkontaktierungssystem kann mehrere Zellverbinder umfassen, die sich - insbesondere bei Blickrichtung senkrecht zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung und senkrecht zu der Kontaktebene der elektrochemischen Vorrichtung, in welcher die Kontaktflächen der Zellterminals liegen - nicht überlappen und insbesondere nicht überkreuzen.

[0024] Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass alle Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems sich nicht überlappen.

[0025] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass im montierten Zustand des Zellkontaktierungssystems alle Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems in derselben Ebene liegen, welche vorzugsweise parallel zu der Kontaktebene der elektrochemischen Vorrichtung ausgerichtet ist.

[0026] Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass das Zellkontaktierungssystem mindestens zwei Zellverbinder umfasst, die sich - insbesondere bei Blickrichtung senkrecht zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung und senkrecht zu der Kontaktebene der Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung, in welcher die Kontaktflächen der Zellterminals liegen - überkreuzen.

[0027] Um auch bei einer Relativbewegung der sich überkreuzenden Zellverbinder, beispielsweise im Falle von während des Betriebs der elektrochemischen Vorrichtung auftretenden Erschütterungen oder Schwingungen, einen elektrischen Kontakt zwischen den sich überkreuzenden Zellverbindern zuverlässig zu vermeiden, kann vorgesehen sein, dass zwischen mindestens zwei sich überkreuzenden Zellverbindern mindestens ein elektrisch isolierendes Isolationselement angeordnet ist.

[0028] Ferner kann auch vorgesehen sein, dass ein Stromanschluss des Zellkontaktierungssystems und mindestens ein Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems sich überkreuzen.

[0029] Die elektrochemischen Zellen der elektrochemischen Vorrichtung können jeweils mit einem Entgasungsauslass versehen sein, um während des Betriebs der elektrochemischen Vorrichtung in der elektrochemischen Zelle entstehende Gase durch den Entgasungsauslass entweichen lassen und somit das Entstehen eines Überdrucks in dem Gehäuse der betreffenden elektrochemischen Zelle verhindern zu können.

[0030] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens ein Zellverbinder im montierten Zustand des Zellkontaktierungssystems mindestens einen Entgasungsauslass einer elektrochemischen Zelle überquert und in dem Überquerungsbereich mit einem Gas-Führungskanalabschnitt versehen ist.

[0031] Ein solcher Gas-Führungskanalabschnitt kann beispielsweise durch eine an dem Zellverbinder vorgesehene Ausnehmung oder Ausbuchtung gebildet sein.

[0032] Durch einen solchen Gas-Führungskanalabschnitt wird ein zusätzliches Volumen zwischen dem Zellverbinder und der elektrochemischen Zelle geschaffen, durch welches gegebenenfalls aus dem Entgasungsauslass entweichendes Gas abfließen kann.

[0033] Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass das Zellkontaktierungssystem ein Trägerelement umfasst, an dem mehrere Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems angeordnet sind, wobei das Trägerelement im montierten Zustand des Zellkontaktierungssystems mindestens einen Entgasungsauslass einer elektrochemischen Zelle überquert und in dem Überquerungsbereich mit einem Gas-Führungskanal versehen ist.

[0034] Ein solcher Gas-Führungskanal kann insbesondere durch eine an dem Trägerelement vorgesehene Ausnehmung oder Ausbuchtung gebildet sein. Der Gas-Führungskanal erstreckt sich vorzugsweise

in der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung bis zu mindestens einer Stirnseite derselben, so dass aus den Entgasungsauslässen der elektrochemischen Zellen gegebenenfalls entweichendes Gas durch den Gas-Führungskanal des Trägerelements über mindestens eine Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung aus der elektrochemischen Vorrichtung abfließen kann.

[0035] Das Trägerelement ist vorzugsweise aus einem elektrisch isolierenden Material gebildet, um die elektrische Isolation zwischen den Zellverbindern des Zellkontaktierungssystems aufrechtzuerhalten.

[0036] Um Relativbewegungen zwischen den Zellterminals gleicher Polarität zu ermöglichen, welche elektrisch leitend mit einem Zellverbinder verbunden sind, kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Zellverbinder in mindestens einem seiner Kontaktbereiche mindestens eine Ausnehmung aufweist, welche zwei Abschnitte des Kontaktbereichs, die zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals derselben Zellgruppe vorgesehen sind, voneinander trennt.

[0037] Eine solche Ausnehmung kann beispielsweise die Form eines Spaltes oder Schlitzes aufweisen.

[0038] Alternativ oder ergänzend hierzu kann zur Ermöglichung einer Relativbewegung zwischen den Zellterminals derselben Zellgruppe vorgesehen sein, dass mindestens ein Zellverbinder in mindestens einem seiner Kontaktbereiche mindestens einen elastisch und/oder plastisch verformbaren Kompensationsabschnitt aufweist, welcher zwei Abschnitte des Kontaktbereichs, die zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals derselben Zellgruppe vorgesehen sind, miteinander verbindet.

[0039] Bei einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens ein Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems aus einem flächigen, insbesondere aus einem platten- oder bandförmigen, Ausgangsmaterial herausgetrennt worden ist, welches einen ersten Materialabschnitt aus einem ersten Material zur Bildung mindestens eines Kontaktbereichs des Zellverbinders und mindestens einen zweiten Materialabschnitt aus einem zweiten Material zur Bildung eines die Kontaktbereiche des Zellverbinders miteinander verbindenden Zwischenbereichs des Zellverbinders umfasst.

[0040] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass mehrere Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems gemeinsam aus dem flächigen Ausgangsmaterial herausgetrennt worden sind.

[0041] Dabei bilden vorzugsweise die Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems nach dem Heraustragen aus dem Ausgangsmaterial einen Stromleiter-Verbund, welche als Einheit handhabbar ist, so

dass bei der Montage des Zellkontaktierungssystems an der elektrochemischen Vorrichtung alle Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems gleichzeitig mit den jeweils zugeordneten Zellterminals der elektrochemischen Zellen der elektrochemischen Vorrichtung in Kontakt bringbar sind.

[0042] Dabei sind die Zellverbinder in dem Stromleiter-Verbund zunächst vorzugsweise durch Verbindungselemente, insbesondere in Form von Verbindungsstegen, einstückig miteinander verbunden.

[0043] Die Verbindungselemente des Stromleiter-Verbunds werden vorzugsweise erst nach dem Anordnen der Zellverbinder an einem Trägerelement von den Zellverbindern abgetrennt und aus dem Zellkontaktierungssystem entfernt, um die erforderliche elektrische Isolation zwischen den Zellverbindern herzustellen. Im Anschluss an das Abtrennen der Verbindungselemente wird die Baugruppe aus dem Trägerelement und den daran angeordneten Zellverbindern an die Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung montiert. Alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, dass der Stromleiter-Verbund in ein Trennwerkzeug eingebracht wird, in welchem die Verbindungselemente von den Zellverbindern abgetrennt werden, wobei anschließend die Zellverbinder mittels einer Greifvorrichtung, beispielsweise mittels eines Mehrfachgreifers, von dem Trennwerkzeug zu den Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung bewegt und an denselben montiert werden.

[0044] Das erste Material des ersten Materialabschnitts und das zweite Material des zweiten Materialabschnitts sind vorzugsweise voneinander verschieden.

[0045] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das erste Material als Hauptbestandteil Aluminium und/oder das zweite Material als Hauptbestandteil Kupfer enthält.

[0046] Als Hauptbestandteil eines Materials gilt dabei dasjenige Element, welches in dem betreffenden Material den größten Gewichtsanteil aufweist.

[0047] Der erste Materialabschnitt und der zweite Materialabschnitt des Ausgangsmaterials können insbesondere stoffschlüssig, beispielsweise durch Kaltwalzplattieren, miteinander verbunden sein.

[0048] Ferner kann das flächige Ausgangsmaterial neben dem ersten Materialabschnitt und dem zweiten Materialabschnitt einen dritten Materialabschnitt aus einem dritten Material zur Bildung mindestens eines weiteren Kontaktbereichs der Zellverbinder umfassen.

[0049] Vorzugsweise ist das dritte Material des dritten Materialabschnitts identisch mit dem ersten Material des ersten Materialabschnitts.

[0050] Der zweite Materialabschnitt des flächigen Ausgangsmaterials ist vorzugsweise zwischen dem ersten Materialabschnitt und dem dritten Materialabschnitt angeordnet.

[0051] Durch das gemeinsame Heraustrennen der Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems (und optional auch der Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems) aus einem flächigen Ausgangsmaterial, das mehrere Materialabschnitte aus verschiedenen Materialien enthält, wird die Herstellung des Zellkontaktierungssystems und dessen Montage an der elektrochemischen Vorrichtung deutlich vereinfacht und beschleunigt.

[0052] Durch die Verwendung unterschiedlicher Materialien in dem flächigen Ausgangsmaterial können die Materialien für die Kontaktbereiche einerseits und für die Zwischenbereiche der Zellverbinder andererseits jeweils optimal ausgewählt werden, beispielsweise ein erstes Material mit dem Hauptbestandteil Aluminium zur einfachen, vorzugsweise sortenreinen, Verschweißung mit den Zellterminals, und ein zweites Material mit dem Hauptbestandteil Kupfer zur Erzielung einer möglichst hohen elektrischen Leitfähigkeit im Zwischenbereich der Zellverbinder.

[0053] Dieses Konzept ist auch unabhängig von der diagonalen oder schrägen Verschaltung der Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung einsetzbar.

[0054] Die vorliegende Erfindung betrifft daher auch ein Zellkontaktierungssystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, welches die zusätzlichen Merkmale von Anspruch 16 und optional die zusätzlichen Merkmale von Anspruch 17, Anspruch 18 und/oder Anspruch 19 aufweist.

[0055] Das erfindungsgemäße Zellkontaktierungssystem eignet sich insbesondere zur Verwendung in Kombination mit einer elektrochemischen Vorrichtung, die mehrere Zellgruppen umfasst, welche jeweils eine oder mehrere elektrochemische Zellen umfassen, wobei jede elektrochemische Zelle ein erstes und ein zweites Zellterminal aufweist, wobei die elektrochemischen Zellen längs einer Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen, die ersten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem ersten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen und die zweiten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem zweiten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen.

[0056] Dabei können die ersten Zellterminals der elektrochemischen Zellen alle dieselbe Polarität (negativ oder positiv) aufweisen, oder die ersten Zellterminals der in der Längsrichtung aufeinander folgenden Zellgruppen können alternierende Polaritäten aufweisen.

[0057] Ebenso können die zweiten Zellterminals der elektrochemischen Zellen alle dieselbe Polarität (positiv oder negativ) aufweisen, oder die Polaritäten der zweiten Zellterminals der längs der Längsrichtung aufeinander folgenden Zellgruppen können alternieren.

[0058] Das erfindungsgemäße Zellkontaktierungssystem kann insbesondere die folgenden Vorteile oder Merkmale aufweisen:

In das Zellkontaktierungssystem kann ein Gasführungs kanal integriert sein, durch welchen aus den elektrochemischen Zellen durch Entgasungsauslässe entweichendes Gas abfließen kann.

[0059] Die durch ihre größere Länge eine größere Oberfläche aufweisenden diagonal oder schräg verschalteten Zellverbinder weisen bessere Kühleigenschaften auf. Insbesondere ist eine bessere Anbindung einer externen Kühlung an die großflächigen Zellverbinder möglich.

[0060] Eine Entkopplung zwischen den gleiche Polarität aufweisenden Zellterminals einer Zellgruppe ist durch Ausnehmungen und/oder Kompensationselemente, welche in den Kontaktbereichen der Zellverbinder vorgesehen sind, möglich.

[0061] Zur Zellüberwachung nötige Signale, beispielsweise zur Spannungs- und/oder Temperaturüberwachung, können alle auf einer Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung abgenommen werden oder vorzugsweise auf derselben (parallel zur Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung verlaufenden) Längsseite der elektrochemischen Vorrichtung, wobei sich im letzteren Fall die Anzahl der benötigten Bauteile und der erforderlichen Arbeitsgänge reduziert.

[0062] Die Integration eines oder mehrerer Stromanschlüsse in das Zellkontaktierungssystem ist möglich.

[0063] Die Zellverbinder und gegebenenfalls auch die Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems können aus einem aus verschiedenen Materialien zusammengesetzten flächigen Ausgangsmaterial, beispielsweise aus einem - vorzugsweise einlagigen - Aluminium/Kupfer/Aluminium-Band hergestellt werden.

[0064] In einer senkrecht zu einer Kontaktebene der elektrochemischen Vorrichtung, in welcher die Kontaktflächen der Zellterminals liegen, verlaufenden Richtung können mehrere Materiallagen aufeinander geschichtet werden, um auf diese Weise mehrlagige Zellverbinder mit der gewünschten Stromtragfähigkeit herzustellen.

[0065] Die elektrochemische Vorrichtung kann insbesondere als ein Akkumulator, beispielsweise als ein Lithium-Ionen-Akkumulator, ausgebildet sein.

[0066] Wenn die elektrochemische Vorrichtung als ein Akkumulator ausgebildet ist, eignet sie sich insbesondere als eine hochbelastbare Energiequelle, beispielsweise für den Antrieb von Kraftfahrzeugen.

[0067] Alle vorstehend oder nachstehend genannten Polaritäten (negativ beziehungsweise positiv) können auch miteinander vertauscht werden.

[0068] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

[0069] In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer elektrochemischen Vorrichtung, die mehrere zwischen zwei Stirnwänden angeordnete Zellgruppen umfasst, welche jeweils mehrere, beispielsweise drei, elektrochemische Zellen umfassen, wobei jede elektrochemische Zelle ein erstes und ein zweites Zellterminal aufweist, wobei die elektrochemischen Zellen längs einer Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen, wobei die ersten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem ersten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen und wobei die zweiten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem zweiten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen;

Fig. 2 eine Draufsicht von oben auf die elektrochemische Vorrichtung aus **Fig. 1**, mit der Blickrichtung senkrecht zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung und senkrecht zu einer Kontaktebene der Zellterminals;

Fig. 3 eine Draufsicht von oben auf die elektrochemische Vorrichtung aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** nach der Montage einer ersten Ausführungsform eines Zellkontaktierungssystems, welches mehrere Zellverbinder zum elektrisch leitenden Verbinden von Zellterminals einer ersten Zellgruppe mit Zellterminals einer zweiten Zellgruppe umfasst, wobei der jeweilige Zellverbinder einen ersten Kontaktbereich zum Kon-

taktieren der Zellterminals der ersten Zellgruppe und einen zweiten Kontaktbereich zum Kontaktieren der Zellterminals der zweiten Zellgruppe umfasst und wobei der jeweilige Zellverbinder sich schräg zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung von Zellterminals der ersten Zellgruppe in dem ersten Zellterminalbereich zu Zellterminals der zweiten Zellgruppe in dem zweiten Zellterminalbereich erstreckt;

Fig. 4 eine der **Fig. 3** entsprechende Ansicht der elektrochemischen Vorrichtung und des Zellkontaktierungssystems, wobei die Zellverbinder und Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems transparent dargestellt sind, um die Polarität der mittels des Zellkontaktierungssystems kontaktierten Zellterminals der elektrochemischen Vorrichtung erkennen zu lassen;

Fig. 5 eine Draufsicht auf ein platten- oder bandförmiges Ausgangsmaterial, aus welchem die Zellverbinder und Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems aus den **Fig. 3** und **Fig. 4** heraustrennbar sind, wobei das Ausgangsmaterial einen ersten Materialabschnitt aus einem ersten Material (beispielsweise Aluminium) zur Bildung eines ersten Kontaktbereiches der Zellverbinder, einen zweiten Materialabschnitt aus einem zweiten Material (beispielsweise Kupfer) zur Bildung eines die Kontaktbereiche der Zellverbinder miteinander verbindenden Zwischenbereichs der Zellverbinder und einen dritten Materialabschnitt, vorzugsweise aus dem ersten Material (beispielsweise Aluminium), zur Bildung eines zweiten Kontaktbereiches der Zellverbinder umfasst;

Fig. 6 das durch gemeinsames Heraustrennen aus dem platten- oder bandförmigen Ausgangsmaterial aus **Fig. 5** hergestellte Zellkontaktierungssystem;

Fig. 7 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher mehrere Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems im montierten Zustand des Zellkontaktierungssystems jeweils mindestens einen Entgasungsauslass der elektrochemischen Vorrichtung überqueren und in diesem Überquerungsbereich mit einem Gas-Führungskanalabschnitt versehen sind;

Fig. 8 einen Querschnitt durch das Zellkontaktierungssystem aus **Fig. 7**, längs der Linie 8 - 8 in **Fig. 7**;

Fig. 9 eine Draufsicht auf eine dritte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher das Zellkontaktierungssystem ein Trägerelement umfasst, an dem mehrere Zellverbinder und/oder Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems angeordnet sind, wobei das Trägerelement im montierten Zustand

des Zellkontaktierungssystems Entgasungsauslässe von elektrochemischen Zellen der elektrochemischen Vorrichtung überquert und in diesem Überquerungsbereich mit einem Gas-Führungskanal versehen ist;

Fig. 10 einen Querschnitt durch das Zellkontaktierungssystem aus **Fig. 9**, längs der Linie 10 - 10 in **Fig. 9**;

Fig. 11 eine vierte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher die Zellverbinder in ihren Kontaktbereichen jeweils mehrere Ausnehmungen aufweisen, welche jeweils zwei Abschnitte des jeweiligen Kontaktbereichs, welche zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals derselben Zellgruppe vorgesehen sind, voneinander trennen;

Fig. 12 eine Draufsicht auf eine fünfte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher die Zellverbinder in ihren Kontaktbereichen jeweils mehrere elastisch und/oder plastisch verformbare Kompensationsabschnitte aufweisen, welche jeweils zwei Abschnitte des jeweiligen Kontaktbereichs, welche zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals derselben Zellgruppe vorgesehen sind, miteinander verbinden;

Fig. 13 einen Längsschnitt durch das Zellkontaktierungssystem aus **Fig. 12**, längs der Linie 13 - 13 in **Fig. 12**;

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer elektrochemischen Vorrichtung, die mehrere Zellgruppen umfasst, welche jeweils mehrere, beispielsweise drei, elektrochemische Zellen umfassen, wobei jede elektrochemische Zelle ein erstes und ein zweites Zellterminal aufweist, wobei die elektrochemischen Zellen längs einer Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen, die ersten Zellterminals der elektrochemischen Zellen in einem ersten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen und die zweiten Zellterminals der elektrochemischen Zelle in einem zweiten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung längs der Längsrichtung aufeinander folgen, wobei alle ersten Zellterminals der elektrochemischen Zellen dieselbe (beispielsweise negative) Polarität aufweisen und alle zweiten Zellterminals der elektrochemischen Zellen ebenfalls dieselbe Polarität (beispielsweise die positive Polarität) aufweisen;

Fig. 15 eine Draufsicht auf die elektrochemische Vorrichtung aus **Fig. 14**, mit der Blickrichtung senkrecht zu der Längsrichtung der elektrochemischen Vorrichtung und senkrecht zu einer Kontaktebene der Zellterminals;

Fig. 16 eine Draufsicht auf eine sechste Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher die Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems einander überkreuzen;

Fig. 17 eine der **Fig. 16** entsprechende Ansicht der elektrochemischen Vorrichtung und des Zellkontaktierungssystems, wobei die Zellverbinder und die Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems transparent dargestellt sind, um die Polarität der mit den Zellverbindern beziehungsweise Stromanschlüssen kontaktierten Zellterminals erkennen zu lassen;

Fig. 18 eine Draufsicht auf das Zellkontaktierungssystem aus den **Fig. 16** und **Fig. 17**, ohne die elektrochemische Vorrichtung;

Fig. 19 einen Querschnitt durch das Zellkontaktierungssystem aus **Fig. 18**, längs der Linie 19 - 19 in **Fig. 18**;

Fig. 20 eine Draufsicht auf eine siebte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher sich überkreuzende Zellverbinder durch ein Isolationselement elektrisch voneinander getrennt sind;

Fig. 21 einen Querschnitt durch das Zellkontaktierungssystem aus **Fig. 20**, längs der Linie 21 - 21 in **Fig. 20**;

Fig. 22 eine Draufsicht auf die elektrochemische Vorrichtung aus den **Fig. 14** und **Fig. 15** und eine achte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, welche einen Stromanschluss umfasst, der sich von einer Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung über die Zellverbinder des Zellkontaktierungssystems hinweg bis zu der anderen Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung erstreckt;

Fig. 23 eine der **Fig. 22** entsprechende Ansicht der elektrochemischen Vorrichtung und des Zellkontaktierungssystems, wobei die Zellverbinder und Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems transparent dargestellt sind, um die Polarität der mit den Zellverbindern beziehungsweise den Stromanschlüssen kontaktierten Zellterminals erkennen zu lassen;

Fig. 24 eine Draufsicht auf die elektrochemische Vorrichtung aus den **Fig. 14** und **Fig. 15** und eine neunte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher die Zellverbinder und Stromanschlüsse des Zellkontaktierungssystems einander nicht kreuzen und die beiden Stromanschlüsse der elektrochemischen Vorrichtung an verschiedenen Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung enden;

Fig. 25 eine der **Fig. 24** entsprechende Ansicht der elektrochemischen Vorrichtung und des Zellkontaktierungssystems, wobei die Zellverbinder und Stromanschlüsse des Zellkontaktierungs-

systems transparent dargestellt sind, um die Polarität der mit den Zellverbindern beziehungsweise den Stromanschlüssen kontaktierten Zellterminals erkennen zu lassen;

Fig. 26 eine Draufsicht auf eine zehnte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems, bei welcher die Zellverbinder in ihren Kontaktbereichen jeweils mehrere elastisch und/oder plastisch verformbare Kompensationsabschnitte aufweisen, die jeweils zwei Abschnitte des jeweiligen Kontaktbereichs, welche zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals derselben Zellgruppe vorgesehen sind, miteinander verbinden, und bei welcher die Zellverbinder in ihrem Zwischenbereich, welcher die beiden Kontaktbereiche des jeweiligen Zellverbinders miteinander verbindet, jeweils einen elastisch und/oder plastisch verformbaren Kompensationsabschnitt aufweisen, welcher eine Relativbewegung zwischen einem Abschnitt des ersten Kontaktbereichs des Zellverbinders, der einem ersten Zellterminal in dem ersten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung zugeordnet ist, und einem Abschnitt des zweiten Kontaktbereichs des Zellverbinders, der einem zweiten Zellterminal in dem zweiten Zellterminalbereich der elektrochemischen Vorrichtung zugeordnet ist, ermöglicht; und

Fig. 27 einen Längsschnitt durch das Zellkontaktierungssystem aus **Fig. 26**, längs der Linie 27 - 27 in **Fig. 26**.

[0070] Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0071] Eine in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellte, als Ganzes mit 100 bezeichnete elektrochemische Vorrichtung umfasst mehrere, im dargestellten Ausführungsbeispiel sechs, Zellgruppen **102**, welche jeweils mehrere, im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils drei, elektrochemische Zellen **104** umfassen.

[0072] Jede der elektrochemischen Zellen **104** weist ein prismatisches, insbesondere im Wesentlichen quaderförmiges, Gehäuse **106** auf, wobei das Gehäuse **106** jeweils zwei einander gegenüberliegende breite Seitenflächen **108**, zwei einander gegenüberliegende lange schmale Seitenflächen **110** und zwei einander gegenüberliegende kurze schmale Seitenflächen **112** aufweist.

[0073] Die elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100**, beispielsweise eines Batteriemoduls, folgen in einer Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100** aufeinander, wobei jeweils zwei in der Längsrichtung **114** aufeinander folgende elektrochemische Zellen **104** mit jeweils einer ihrer breiten Seitenflächen **108** im Wesentlichen

flächig und vorzugsweise im Wesentlichen kongruent aneinander anliegen.

[0074] Der Zusammenhalt der elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** wird durch zwei Stirnplatten **116** erzeugt, deren Hauptflächen senkrecht zu der Längsrichtung **114** und parallel zueinander ausgerichtet sind und welche in der Längsrichtung **114** voneinander beabstandet sind, wobei die elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** zwischen den beiden Stirnplatten **116** angeordnet sind.

[0075] Die beiden Stirnplatten **116** sind vorzugsweise durch mehrere, beispielsweise zwei, Zugelemente **118**, beispielsweise in Form von Zugankern, Zugplatten oder Zugbändern, welche an beiden Stirnplatten **116** festgelegt sind, gegeneinander verspannt, so dass die Stirnplatten **116** einen parallel zur Längsrichtung **114** gerichteten Anpressdruck auf die elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** ausüben.

[0076] Jede der elektrochemischen Zellen **104** weist ein erstes Zellterminal **120** und ein zweites Zellterminal **122** auf, wobei das erste Zellterminal **120** und das zweite Zellterminal **122** unterschiedliche Polarität (negativ oder positiv) aufweisen.

[0077] Das erste Zellterminal **120** und das zweite Zellterminal **122** stehen beide über dieselbe lange schmale Seitenfläche **110** der jeweiligen elektrochemischen Zelle **104** aus dem Gehäuse **106** der jeweiligen elektrochemischen Zelle **104** vor, welche im Folgenden als die Terminal-Seitenfläche **124** der elektrochemischen Zelle **104** bezeichnet wird.

[0078] Die Terminal-Seitenflächen **124** aller elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** sind parallel zueinander und im Wesentlichen miteinander fluchtend auf derselben Seite der elektrochemischen Vorrichtung **100** angeordnet, so dass die ersten Zellterminals **120** aller elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** in einem ersten Zellterminalbereich **126** der elektrochemischen Vorrichtung **100** längs der Längsrichtung **114** aufeinander folgen und die zweiten Zellterminals **122** aller elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** in einem zweiten Zellterminalbereich **128** der elektrochemischen Vorrichtung **100** längs der Längsrichtung **114** aufeinander folgen.

[0079] In den **Fig. 1** und **Fig. 2** sind der erste Zellterminalbereich **126** und der zweite Zellterminalbereich **128** jeweils durch von gebrochenen Linien eingegrenzte Rechtecke markiert.

[0080] Jede der elektrochemischen Zellen **104** umfasst ferner jeweils einen an der Terminal-Seitenflä-

che **124** zwischen dem ersten Zellterminal **120** und dem zweiten Zellterminal **122** angeordneten Entgasungsauslass **130** mit einem Entgasungsventil **132**.

[0081] Vorzugsweise folgen die Entgasungsauslässe **130** aller elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** in einem Entgasungsbereich **134** der elektrochemischen Vorrichtung **100** längs der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100** aufeinander.

[0082] Der Entgasungsbereich **134** ist in den **Fig. 1** und **Fig. 2** ebenfalls als ein von gebrochenen Linien eingegrenztes Rechteck markiert.

[0083] Die ersten Zellterminals **120** und die zweiten Zellterminals **122** der elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100** stehen vorzugsweise um dieselbe Höhe über die Terminal-Seitenflächen **124** über, so dass die im Wesentlichen ebenen Kontaktflächen **136**, an welchen die Zellterminals **120**, **122** enden, alle im Wesentlichen in derselben Ebene liegen, welche im Folgenden als die Kontaktebene **138** der elektrochemischen Vorrichtung **100** bezeichnet wird.

[0084] Um die Zellgruppen **102** der elektrochemischen Vorrichtung **100** elektrisch in Reihe zu schalten und die elektrochemischen Zellen **104** an eine externe Stromquelle beziehungsweise an einen externen Verbraucher anschließen zu können, ist die elektrochemische Vorrichtung **100** mit einem in den **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellten Zellkontaktierungssystem **140** versehen, welches mehrere, im dargestellten Ausführungsbeispiel fünf, Zellverbinder **142** zum elektrisch leitenden Verbinden von Zellterminals jeweils einer ersten Zellgruppe **102a** mit Zellterminals einer zweiten Zellgruppe **102b** umfasst.

[0085] Ferner umfasst das Zellkontaktierungssystem **140** zwei Stromanschlüsse **144**, welche jeweils an Zellterminals einer am Anfang der Reihenschaltung befindlichen Zellgruppe **102c** beziehungsweise an Zellterminals einer am Ende der Reihenschaltung befindlichen Zellgruppe **102d** angeschlossen sind und deren freie Enden **146** über eine Stirnplatte **116** der elektrochemischen Vorrichtung **100** hinaus geführt sind, um im Außenraum der elektrochemischen Vorrichtung **100** von jeweils einem (nicht dargestellten) elektrischen Leiter kontaktiert zu werden.

[0086] Bei der in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten Ausführungsform der elektrochemischen Vorrichtung **100** und des Zellkontaktierungssystems **140** sind die beiden Stromanschlüsse **144** an derselben Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung **100** angeordnet.

[0087] Die Zellverbinder **142** des Zellkontaktierungssystems **140** umfassen jeweils einen ersten Kontaktbereich **148** zum Kontaktieren der Zellterminals der

ersten Zellgruppe **102a** und einen zweiten Kontaktbereich **150** zum Kontaktieren der Zellterminals der zweiten Zellgruppe **102b**.

[0088] Ferner umfasst jeder der Zellverbinder **142** einen den ersten Kontaktbereich **148** und den zweiten Kontaktbereich **150** miteinander verbindenden Zwischenbereich **152**.

[0089] Bei mehreren, beispielsweise vier, Zellverbindern **142'** des Zellkontaktierungssystems **140** aus den **Fig. 3** und **Fig. 4** erstreckt sich eine Längsachse **153** des Zwischenbereichs **152** schräg zu der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100**, so dass der betreffende Zellverbinder **142'** sich schräg zu der Längsrichtung **114** von Zellterminals der ersten Zellgruppe **102a** in dem ersten Zellterminalbereich **126** zu Zellterminals der zweiten Zellgruppe **102b** in dem zweiten Zellterminalbereich **128** erstreckt.

[0090] Bei einem der Zellverbinder **142**, welcher im Folgenden als Zellverbinder **142''** bezeichnet wird, erstreckt sich die Längsachse **153'** des Zwischenbereichs **152'** hingegen parallel zu der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100**, so dass dieser Zellverbinder **142''** sich parallel zu der Längsrichtung **114** von Zellterminals der ersten Zellgruppe **102a'** in dem ersten Zellterminalbereich **126** zu Zellterminals der zweiten Zellgruppe **102b''**, die ebenfalls in dem ersten Zellterminalbereich **126** angeordnet sind, erstreckt.

[0091] Wie am besten aus **Fig. 4** zu ersehen ist, in welcher die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** transparent dargestellt sind, um die Polarität der darunter liegenden Zellterminals **120**, **122** der elektrochemischen Zellen **104** erkennen zu lassen, erstrecken sich die Zellverbinder **142'**, welche sich schräg zur Längsrichtung **114** von dem ersten Zellterminalbereich **126** zu dem zweiten Zellterminalbereich **128** erstrecken, von Zellterminals der ersten Zellgruppe **102a** bis zu Zellterminals einer der ersten Zellgruppe **102a** nicht unmittelbar benachbarten zweiten Zellgruppe **102b**, wobei der jeweilige Zellverbinder **142'** sich über eine zwischen der ersten Zellgruppe **102a** und der zweiten Zellgruppe **102b** angeordnete dritte Zellgruppe **102e** der elektrochemischen Vorrichtung **100** hinweg erstreckt.

[0092] Wie am besten aus **Fig. 4** zu ersehen ist, sind die elektrochemischen Zellen **104** in der elektrochemischen Vorrichtung **100** so angeordnet, dass die im ersten Zellterminalbereich **126** angeordneten ersten Zellterminals **120** von in der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100** aufeinander folgenden Zellgruppen **102** alternierende Polaritäten aufweisen.

[0093] So weisen die ersten Zellterminals **120** der in **Fig. 4** ganz links angeordneten Zellgruppe **102¹** eine negative Polarität auf, die ersten Zellterminals **120** der in der Längsrichtung **114** darauf folgenden zweiten Zellgruppe **102²** eine positive Polarität, die ersten Zellterminals **120** der in der Längsrichtung **114** darauf folgenden dritten Zellgruppe **102³** eine negative Polarität, die ersten Zellterminals **120** der in der Längsrichtung **114** darauf folgenden vierten Zellgruppe **102⁴** eine positive Polarität, die ersten Zellterminals **120** der in der Längsrichtung **114** darauf folgenden fünften Zellgruppe **102⁵** eine negative Polarität und die ersten Zellterminals **120** der in der Längsrichtung **114** darauf folgenden sechsten Zellgruppe **102⁶** eine positive Polarität.

[0094] Folglich weisen auch die im zweiten Zellterminalbereich **128** der elektrochemischen Vorrichtung **100** angeordneten zweiten Zellterminals **122** der in der Längsrichtung **114** aufeinander folgenden Zellgruppen **102** alternierende Polaritäten auf.

[0095] So weisen die zweiten Zellterminals **122** der ersten Zellgruppe **102¹** eine positive Polarität auf, die zweiten Zellterminals **122** der zweiten Zellgruppe **102²** eine negative Polarität, die zweiten Zellterminals **122** der dritten Zellgruppe **102³** eine positive Polarität, die zweiten Zellterminals **122** der vierten Zellgruppe **102⁴** eine negative Polarität, die zweiten Zellterminals **122** der fünften Zellgruppe **102⁵** eine positive Polarität und die zweiten Zellterminals **122** der sechsten Zellgruppe **102⁶** eine negative Polarität.

[0096] Durch das vorstehend beschriebene Zellkontaktierungssystem **140** sind die Zellterminals **120**, **122** der im dargestellten Ausführungsbeispiel sechs Zellgruppen **102**, welche jeweils drei elektrochemische Zellen **104** umfassen, miteinander in Reihe geschaltet.

[0097] Eine solche Reihenschaltung wird auch kurz als msnp-Schaltung bezeichnet, wobei m die Anzahl der hintereinander in Reihe geschalteten Zellgruppen **102** und n die Anzahl der elektrochemischen Einheiten pro Zellgruppe **102** bezeichnet.

[0098] Bei dem in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich also um eine 6s3p-Schaltung.

[0099] Bei dieser Reihenschaltung ist der negative Stromanschluss **144a** mit den negativen zweiten Zellterminals **122** der zweiten Zellgruppe **102²** verbunden.

[0100] Der zweite Zellverbinder **142²** verbindet die positiven ersten Zellterminals **120** der zweiten Zellgruppe **102²** mit den negativen zweiten Zellterminals **122** der vierten Zellgruppe **102⁴**.

[0101] Der vierte Zellverbinder 142⁴ verbindet die positiven ersten Zellterminals **120** der vierten Zellgruppe 102⁴ mit den negativen zweiten Zellterminals **122** der sechsten Zellgruppe 102⁶.

[0102] Der fünfte Zellverbinder 142⁵ verbindet die positiven ersten Zellterminals **120** der sechsten Zellgruppe 102⁶ mit den negativen ersten Zellterminals **120** der fünften Zellgruppe 102⁵.

[0103] Der dritte Zellverbinder 142³ verbindet die positiven zweiten Zellterminals **122** der fünften Zellgruppe 102⁵ mit den negativen ersten Zellterminals **120** der dritten Zellgruppe 102³.

[0104] Der erste Zellverbinder 142¹ verbindet die positiven zweiten Zellterminals **122** der dritten Zellgruppe 102³ mit den negativen ersten Zellterminals **120** der ersten Zellgruppe 102¹.

[0105] Die positiven zweiten Zellterminals **122** der ersten Zellgruppe 102¹ sind mit dem positiven Stromanschluss **144b** des Zellkontaktierungssystems **140** verbunden.

[0106] Da die Zellverbinder **142** und die Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** aus den **Fig. 3** und **Fig. 4** einander (in einer senkrecht auf der Kontaktebene **138** stehenden Blickrichtung **154** gesehen) nicht überlappen und alle in derselben, parallel zur Kontaktebene **138** der elektrochemischen Vorrichtung **100** ausgerichteten Ebene angeordnet sind, können die Zellverbinder **142** und die Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** in Form eines Stromleiter-Verbundes gemeinsam aus einem flächigen Ausgangsmaterial, vorzugsweise aus einem metallischen Ausgangsmaterial, insbesondere aus einem Blechmaterial, herausgetrennt, beispielsweise ausgestanzt oder ausgeschnitten, werden.

[0107] Ein geeignetes Ausgangsmaterial ist in **Fig. 5** dargestellt und ist vorzugsweise als ein platten- oder bandförmiges Hybridmaterial ausgebildet, welches einen ersten Materialabschnitt **156** aus einem ersten Material zur Bildung der ersten Kontaktbereiche **148** der schräg zur Längsrichtung **114** verlaufenden Zellverbinder **142'** und der beiden Kontaktbereiche **148** und **150** des Zellverbinders **142''**, einen zweiten Materialabschnitt **158** aus einem zweiten Material zur Bildung der die beiden Kontaktbereiche **148** und **150** der Zellverbinder **142'** miteinander verbindenden Zwischenbereiche **152** und einen dritten Materialabschnitt **160** aus einem dritten Material zur Bildung der zweiten Kontaktbereiche **150** der Zellverbinder **142'** umfasst.

[0108] Dabei sind der erste Materialabschnitt **156**, der zweite Materialabschnitt **158** und der dritte Materialabschnitt **160** vorzugsweise als in der späte-

ren Längsrichtung **114** des Zellkontaktierungssystems **140** verlaufende Materialstreifen ausgebildet.

[0109] Der zweite Materialabschnitt **158** aus dem zweiten Material ist vorzugsweise zwischen dem ersten Materialabschnitt **156** aus dem ersten Material und dem dritten Materialabschnitt **160** aus dem dritten Material angeordnet.

[0110] Das erste Material des ersten Materialabschnitts **156** und das dritte Material des dritten Materialabschnitts **160** sind vorzugsweise miteinander identisch.

[0111] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das erste Material als Hauptbestandteil Aluminium und/oder das zweite Material als Hauptbestandteil Kupfer enthält.

[0112] Dabei gilt als Hauptbestandteil eines Materials dasjenige Element, dessen Gewichtsanteil an dem betreffenden Material am größten ist.

[0113] Der erste Materialabschnitt **156** und der zweite Materialabschnitt **158** des Ausgangsmaterials **155** sind vorzugsweise stoffschlüssig, beispielsweise durch Kaltwalzplattieren, miteinander verbunden.

[0114] Ebenso sind der dritte Materialabschnitt **160** und der zweite Materialabschnitt **158** des Ausgangsmaterials **155** vorzugsweise stoffschlüssig, beispielsweise durch Kaltwalzplattieren, miteinander verbunden.

[0115] **Fig. 6** zeigt, wie die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** in denselben Relativpositionen, welche diese Elemente im an der elektrochemischen Vorrichtung **100** montierten Zellkontaktierungssystem **140** einnehmen, aus dem hybriden Ausgangsmaterial **155** herausgetrennt werden.

[0116] In diesen Relativpositionen werden die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** zunächst durch (nicht dargestellte) Verbindungselemente, insbesondere in Form von Verbindungsstegen, gehalten, welche die Zellverbinder **142** und die Stromanschlüsse **144** einstückig miteinander verbinden und gemeinsam mit denselben aus dem Ausgangsmaterial **155** herausgetrennt werden.

[0117] Die Verbindungselemente werden vorzugsweise nach dem Anordnen der Zellverbinder **142** und der Stromanschlüsse **144** an einem (nicht dargestellten) Trägerelement von den Zellverbindern **142** und den Stromanschlüssen **144** abgetrennt, beispielsweise durch Ausstanzen, und aus dem Zellkontaktierungssystem **140** entfernt, um die erforderliche elektrische Isolation zwischen den Zellverbindern **142** und Stromanschlüssen **144** herzustellen.

[0118] Im Anschluss daran wird der in **Fig. 6** dargestellte Stromleiter-Verbund bei der Montage der elektrochemischen Vorrichtung **100** an den Zellterminals **120, 122** der elektrochemischen Zellen **104** angeordnet.

[0119] Alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, dass der Stromleiter-Verbund nach dem Heraustrennen aus dem Ausgangsmaterial **155** in ein (nicht dargestelltes) Trennwerkzeug eingebracht wird, in welchem die Verbindungselemente von den Zellverbindern **142** und den Stromanschlüssen **144** abgetrennt werden, beispielsweise durch Ausstanzen, wobei anschließend die Zellverbinder **142** und die Stromanschlüsse **144** mittels einer (nicht dargestellten) Greifvorrichtung, beispielsweise mittels eines Mehrfachgreifers, von dem Trennwerkzeug zu den Zellterminals **120, 122** der elektrochemischen Vorrichtung **100** bewegt werden.

[0120] Anschließend werden in beiden Fällen die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** elektrisch leitend mit den jeweils zugeordneten Zellterminals **120, 122** der elektrochemischen Zellen **104** kontaktiert, vorzugsweise durch Stoffschluss, insbesondere durch Verschweißung, beispielsweise durch Laserschweißung, Ultraschallschweißung oder Reibrührschweißung.

[0121] Damit ist die Montage des Zellkontaktierungssystems **140** an der elektrochemischen Vorrichtung **100** abgeschlossen.

[0122] Eine in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellte zweite Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** unterscheidet sich von der in den **Fig. 3** bis **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass die Zellverbinder **142'** und zumindest einer der Stromanschlüsse **144** den Entgasungsbereich **134** der elektrochemischen Vorrichtung **100** und vorzugsweise jeweils mindestens einen Entgasungsauslass **130** einer elektrochemischen Zelle **104** überqueren und in diesem Überquerungsbereich mit jeweils einem Gas-Führungskanalabschnitt **162** versehen sind.

[0123] Jeder Gas-Führungskanalabschnitt **162** kann durch eine Ausnehmung oder Ausbuchtung **164** gebildet sein, durch welche sich der Abstand des betreffenden Zellverbinders **142** oder Stromanschlusses **144** von der Terminal-Seitenfläche **124** der jeweils überquerten elektrochemischen Zelle **104** im Bereich des Gas-Führungskanalabschnitts **162** vergrößert, so dass ein zusätzliches Volumen geschaffen wird, durch welches gegebenenfalls aus den Entgasungsventilen **132** entweichendes Gas abfließen kann.

[0124] Die miteinander fluchtenden Gas-Führungskanalabschnitte **162** der Zellverbinder **142'** und der

Stromanschlüsse **144** bilden zusammen einen sich längs der Längsrichtung **114** erstreckenden Gas-Führungskanal **166**, welcher sich bis zu mindestens einer Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung **100** erstreckt, so dass gegebenenfalls aus den Entgasungsventilen **132** entweichendes Gas über die betreffende Stirnseite hinweg aus der elektrochemischen Vorrichtung **100** ausströmen kann.

[0125] Aufgrund der für die elektrische Isolation notwendigen Zwischenräume zwischen einander benachbarten Zellverbindern **142** und Stromanschlüssen **144** ist dieser Gas-Führungskanal **166** jedoch nicht vollständig geschlossen, sondern weist Lücken auf, durch welche Gas zwischen zwei Zellverbindern **142**, zwischen zwei Stromanschlüssen **144** oder zwischen einem Zellverbinder **142** und einem Stromanschluss **144** aus dem Gas-Führungskanal **166** entweichen kann.

[0126] Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellte zweite Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0127] Eine in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellte dritte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** unterscheidet sich von der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten zweiten Ausführungsform dadurch, dass das Zellkontaktierungssystem **140** ein Trägerelement **168**, beispielsweise in Form einer Trägerplatte **170**, umfasst, an welchem die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** angeordnet sind.

[0128] Dabei können die Zellverbinder **142** und/oder die Stromanschlüsse **144** beispielsweise durch Presspassung, durch Verrastung, durch Verstemmung, durch Verklebung oder in anderer Weise durch Stoffschluss, Formschluss oder Kraftschluss an dem Trägerelement **168** festgelegt sein, um zusammen mit dem Trägerelement **168** als eine Einheit gehandhabt werden zu können.

[0129] Das Trägerelement **168** ist aus einem elektrisch isolierenden Material gebildet, um die elektrische Isolation zwischen den Zellverbindern **142** und den Stromanschlüssen **144** des Zellkontaktierungssystems **140** aufrechtzuerhalten.

[0130] Das Trägerelement **168** umfasst vorzugsweise ein elektrisch nicht leitendes Kunststoffmaterial, beispielsweise PBT (Polybutylenterephthalat), PP (Polypropylen), PA (Polyamid), ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) und/oder LCP („Liquid Cristal Polymer“), und ist vorzugsweise im Wesentlichen vollständig aus einem solchen Kunststoffmaterial gebildet.

[0131] Ein besonders geeignetes Material für das Trägerelement **168** ist ein mit Talkum verstärktes Polypropylen-Material (beispielsweise das Material mit der Bezeichnung PP TV20). Dieses Material weist durch die Talkumverstärkung eine besonders hohe Formstabilität auf.

[0132] Wie aus den **Fig. 9** und **Fig. 10** zu ersehen ist, ist an dem Trägerelement **168** vorzugsweise ein Gas-Führungskanal **166** ausgebildet, welcher sich insbesondere in der Längsrichtung **114** bis zu mindestens einer Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung **100**, besonders bevorzugt bis zu beiden Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung **100**, erstreckt.

[0133] Der Gas-Führungskanal **166** kann beispielsweise als eine Ausnehmung oder als eine Ausbuchtung **172** in dem Trägerelement **168** ausgebildet sein.

[0134] Der an dem Trägerelement **168** ausgebildete Gas-Führungskanal **166** überquert vorzugsweise alle Entgasungsauslässe **130** der elektrochemischen Zellen **104** der elektrochemischen Vorrichtung **100**, so dass aus den Entgasungsventilen **132** gegebenenfalls entweichendes Gas durch den Gas-Führungskanal **166** des Trägerelements **168** über mindestens eine Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung **100** aus der elektrochemischen Vorrichtung **100** abfließen kann.

[0135] Dabei erstreckt sich der an dem Trägerelement **168** ausgebildete Gas-Führungskanal **166** ohne Unterbrechung zwischen seinen beiden den Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung **100** benachbarten Enden, so dass kein Gas zwischen den Enden des Gas-Führungskanals **166** aus demselben entweichen kann.

[0136] Die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** sind in ihren an dem Gas-Führungskanal **166** des Trägerelements **168** angrenzenden Bereichen mit jeweils einer an den Querschnitt des Gas-Führungskanals **166** angepassten Ausnehmung oder Ausbuchtung **164** versehen, um den betreffenden Zellverbinder **142** bzw. den betreffenden Stromanschluss **144** auf das Trägerelement **168** aufsetzen zu können.

[0137] Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 9** und **Fig. 10** dargestellte dritte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellten zweiten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0138] Eine in **Fig. 11** dargestellte vierte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** unterscheidet sich von der in den **Fig. 3** bis **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass

die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** in ihren Kontaktbereichen **148**, **150** jeweils eine oder mehrere Ausnehmungen **174** aufweisen, welche insbesondere jeweils die Form eines Spaltes oder Schlitzes **176** aufweisen können und jeweils zwei Abschnitte **178** des betreffenden Kontaktbereichs **148**, **150**, welche zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals **120**, **122** derselben Zellgruppe **102** vorgesehen sind, voneinander trennen.

[0139] Hierdurch werden diese Abschnitte **178** der Kontaktbereiche **148**, **150** mechanisch voneinander entkoppelt, so dass eine Bewegung dieser Abschnitte **178** der Kontaktbereiche **148**, **150**, welche verschiedenen elektrochemischen Zellen **104** zugeordnet sind, relativ zueinander im Betrieb der elektrochemischen Vorrichtung **100** und/oder zum Toleranzausgleich bei der Montage des Zellkontaktierungssystems **140** ermöglicht wird.

[0140] Im Übrigen stimmt die in **Fig. 11** dargestellte vierte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0141] Eine in den **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellte fünfte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** unterscheidet sich von der in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass die Zellverbinder **142** und Stromanschlüsse **144** in ihren Kontaktbereichen **148**, **150** jeweils mehrere elastisch und/oder plastisch verformbare Kompensationsabschnitte **180** aufweisen, wobei jeder diese Kompensationsabschnitte **180** jeweils zwei Abschnitte **178** des jeweiligen Kontaktbereichs **148**, **150**, welche zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals **120**, **122** derselben Zellgruppe **102** vorgesehen sind, miteinander verbindet.

[0142] Zu diesem Zweck kann der Kompensationsabschnitt **180** insbesondere eine oder mehrere quer, vorzugsweise im Wesentlichen senkrecht, zu der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100** verlaufende Kompensationswellen **182** aufweisen.

[0143] Alternativ oder ergänzend hierzu kann jeder Kompensationsabschnitt **180** einen - längs der Längsrichtung **114** genommenen - Querschnitt aufweisen, welcher mindestens eine U-Form, S-Form, Ω -Form und/oder Mäanderform beinhaltet.

[0144] Durch einen solchen Kompensationsabschnitt **180** wird eine Relativbewegung der beiden durch den jeweiligen Kompensationsabschnitt **180** miteinander verbundenen Abschnitte **178** eines Kon-

taktbereichs **148, 150** im Betrieb der elektrochemischen Vorrichtung **100** und/oder zum Toleranzausgleich bei der Montage des Zellkontaktierungssystems **140** ermöglicht.

[0145] Bei dieser Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** ist vorzugsweise nur einer der Abschnitte **178** eines Kontaktbereichs **148, 150**, welcher einem der zu kontaktierenden Zellterminals **120, 122** zugeordnet ist, mit dem Zwischenbereich **152** des jeweiligen Zellverbinders **142** verbunden, wobei der Zwischenbereich **152** entsprechend schmaler ausgebildet ist als bei der in den **Fig. 1 bis Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140**. Hierdurch wird erreicht, dass eine Bewegung der anderen Abschnitte **178** des jeweiligen Kontaktbereichs **148, 150**, welche nicht direkt mit dem Zwischenbereich **152** verbunden sind, relativ zu dem einen Abschnitt **178**, welcher direkt mit dem Zwischenbereich **152** verbunden ist, nicht behindert wird.

[0146] Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellte fünfte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den **Fig. 1 bis Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0147] Eine in den **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellte zweite Ausführungsform der elektrochemischen Vorrichtung **100** unterscheidet sich von der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass die Polaritäten der im ersten Zellterminalbereich **126** der elektrochemischen Vorrichtung **100** angeordneten ersten Zellterminals **120** der elektrochemischen Zellen **104** nicht alternieren, sondern alle miteinander übereinstimmen.

[0148] Insbesondere können also alle ersten Zellterminals **120** der Zellgruppen **102** beispielsweise eine negative Polarität aufweisen.

[0149] Folglich weisen bei dieser Ausführungsform der elektrochemischen Vorrichtung **100** auch alle im zweiten Zellterminalbereich **128** der elektrochemischen Vorrichtung **100** angeordneten zweiten Zellterminals **122** der elektrochemischen Zellen **104** dieselbe Polarität auf.

[0150] Insbesondere können die zweiten Zellterminals **122** der Zellgruppen **102** also beispielsweise eine positive Polarität aufweisen.

[0151] Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellte Ausführungsform der elektrochemischen Vorrichtung **100** hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten ersten Ausführungsform überein,

auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0152] Eine in den **Fig. 16 bis Fig. 19** dargestellte sechste Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** dient zur Kontaktierung der Zellterminals **120, 122** der elektrochemischen Zellen **104** in einer Reihenschaltung bei der in den **Fig. 14** und **Fig. 15** dargestellten zweiten Ausführungsform der elektrochemischen Vorrichtung.

[0153] Wie am besten aus **Fig. 17** zu ersehen ist, in welcher die Zellverbinder **142** und die Stromanschlüsse **144** des Zellkontaktierungssystems **140** transparent dargestellt sind, um die Polaritäten der jeweils darunter angeordneten Zellterminals **120, 122** erkennen zu lassen, wird bei der hier dargestellten Ausführungsform eine 6s3p-Schaltung der sechs Zellgruppen **102** aus jeweils drei elektrochemischen Zellen **104** wie folgt hergestellt:

[0154] Der negative Stromanschluss **144a** ist mit den negativen ersten Zellterminals **120** der zweiten Zellgruppe 102^2 verbunden. Die positiven zweiten Zellterminals **122** der zweiten Zellgruppe 102^2 sind mittels des ersten Zellverbinders 142^1 mit den negativen ersten Zellterminals **120** der vierten Zellgruppe 102^4 verbunden. Der zweite Zellverbinder 142^2 verbindet die positiven zweiten Zellterminals **122** der vierten Zellgruppe 102^4 mit den negativen ersten Zellterminals **120** der sechsten Zellgruppe 102^6 . Der dritte Zellverbinder 142^3 verbindet die positiven zweiten Zellterminals **122** der sechsten Zellgruppe 102^6 mit den negativen ersten Zellterminals **120** der fünften Zellgruppe 102^5 . Der vierte Zellverbinder 142^4 verbindet die positiven zweiten Zellterminals **122** der fünften Zellgruppe 102^5 mit den negativen ersten Zellterminals **120** der dritten Zellgruppe 102^3 . Der fünfte Zellverbinder 142^5 verbindet die positiven zweiten Zellterminals **122** der dritten Zellgruppe 102^3 mit den negativen ersten Zellterminals **120** der ersten Zellgruppe 102^1 . Der positive Stromanschluss **144b** ist mit den positiven zweiten Zellterminals **122** der ersten Zellgruppe 102^1 verbunden.

[0155] Bei dieser Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** erstreckt sich also der Zellverbinder 142^3 von Zellterminals der sechsten Zellgruppe 102^6 schräg zu der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100** bis zu Zellterminals der der sechsten Zellgruppe 102^6 unmittelbar benachbarten fünften Zellgruppe 102^5 .

[0156] Ferner umfasst diese Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** mehrere Zellverbinder **142**, die sich - bei Betrachtung längs einer senkrecht zu der Kontaktebene **138** der elektrochemischen Vorrichtung **100** ausgerichteten Blickrichtung **154** - überkreuzen.

[0157] So überkreuzt sich der erste Zellverbinder 142¹ mit dem vierten Zellverbinder 142⁴ und mit dem fünften Zellverbinder 142⁵. Der zweite Zellverbinder 142² überkreuzt sich mit dem dritten Zellverbinder 142³ und mit dem vierten Zellverbinder 142⁴. Der dritte Zellverbinder 142³ überkreuzt sich mit dem zweiten Zellverbinder 142². Der vierte Zellverbinder 142⁴ überkreuzt sich mit dem ersten Zellverbinder 142¹ und mit dem zweiten Zellverbinder 142². Der fünfte Zellverbinder 142⁵ überkreuzt sich mit dem ersten Zellverbinder 142¹ und mit dem negativen Stromanschluss 144a.

[0158] Aufgrund dieser Überkreuzungen müssen die Zwischenbereiche 152 der einander kreuzenden Zellverbinder 142 beziehungsweise Stromanschlüsse 144 auf unterschiedlichen Höhenniveaus, das heißt in unterschiedlichen Abständen von der Kontaktebene 138 der elektrochemischen Vorrichtung 100, verlaufen, wie dies aus Fig. 19 zu ersehen ist, in welcher der Zwischenbereich 152 des zweiten Zellverbinders 142² in größerem Abstand von der Kontaktebene 138 verläuft als der dritte Zellverbinder 142³ und der vierte Zellverbinder 142⁴.

[0159] Die benötigten unterschiedlichen Abstände von der Kontaktebene 138 der elektrochemischen Vorrichtung 100 können insbesondere dadurch erzeugt werden, dass die Zellverbinder 142 oder Stromanschlüsse 144, welche abschnittsweise in größerem Abstand von der Kontaktebene 138 verlaufen müssen, mit - vorzugsweise im Wesentlichen parallel zur Längsrichtung 114 der elektrochemischen Vorrichtung 100 verlaufenden - Sicken oder Abkröpfungen 184 versehen sind.

[0160] Im Übrigen stimmt die in den Fig. 17 bis Fig. 19 dargestellte sechste Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 1 bis Fig. 6 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0161] Allerdings kann die sechste Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 aufgrund der Überkreuzungen zwischen den Zellverbindern 142 und den Stromanschlüssen 144 nicht als Stromleiter-Verbund aus einem flächigen Ausgangsmaterial herausgetrennt werden.

[0162] Eine in den Fig. 20 und Fig. 21 dargestellte siebte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 unterscheidet sich von der in den Fig. 16 bis Fig. 19 dargestellten sechsten Ausführungsform dadurch, dass zwischen den einander überkreuzenden Zellverbindern 142 und Stromanschlüssen 144 ein elektrisch isolierendes Isolationselement 186, vorzugsweise in Form einer im Wesentlichen ebenen Isolationsplatte 188, angeordnet ist.

[0163] Hierdurch wird verhindert, dass es durch Relativbewegungen zwischen den einander kreuzenden Zellverbindern 142 und/oder Stromanschlüssen 144 im Betrieb der elektrochemischen Vorrichtung 100, beispielsweise aufgrund von Schwingungen oder Stößen, die auf ein Kraftfahrzeug einwirken, in welchem die elektrochemische Vorrichtung 100 angeordnet ist, zu einem Kurzschluss zwischen den einander kreuzenden Elementen des Zellkontaktierungssystems 140 kommt.

[0164] Das Isolationselement 186 kann beispielsweise ein elektrisch nicht leitendes Kunststoffmaterial umfassen und insbesondere im Wesentlichen vollständig aus einem solchen elektrisch nicht leitenden Kunststoffmaterial gebildet sein.

[0165] Im Übrigen stimmt die in den Fig. 20 und Fig. 21 dargestellte siebte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 16 bis Fig. 19 dargestellten sechsten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0166] Eine in den Fig. 22 und Fig. 23 dargestellte achte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 dient ebenfalls zur Herstellung einer Reihenschaltung der Zellgruppen 102 der in den Fig. 14 und Fig. 15 dargestellten zweiten Ausführungsform der elektrochemischen Vorrichtung 100.

[0167] Diese achte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 unterscheidet sich von der in den Fig. 16 bis Fig. 19 dargestellten sechsten Ausführungsform dadurch, dass die Zellverbinder 142 des Zellkontaktierungssystems 140 einander nicht überlappen, sondern lediglich einer der Stromanschlüsse 144 die Zellverbinder 142 überkreuzt, um zu erreichen, dass beide Stromanschlüsse 144a, 144b an derselben Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung 100 angeordnet sind.

[0168] Wie am besten aus Fig. 23 zu ersehen ist, in welcher die Zellverbinder 142 und die Stromanschlüsse 144 des Zellkontaktierungssystems 140 transparent dargestellt sind, um die Polarität der darunter angeordneten Zellterminals 120, 122 der elektrochemischen Zellen 104 erkennen zu lassen, wird bei dieser Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 eine 6s3p-Reihenschaltung der sechs Zellgruppen 102 aus jeweils drei elektrochemischen Zellen 104 wie folgt hergestellt:

[0169] Der negative Stromanschluss 144a ist mit den negativen ersten Zellterminals 120 der sechsten Zellgruppe 102⁶ verbunden. Der fünfte Zellverbinder 142⁵ verbindet die positiven zweiten Zellterminals 122 der sechsten Zellgruppe 102⁶ mit den negativen ersten Zellterminals 120 der fünften Zellgruppe 102⁵.

Der vierte Zellverbinder 142⁴ verbindet die positiven zweiten Zellterminals 122 der fünften Zellgruppe 102⁵ mit den negativen ersten Zellterminals 120 der vierten Zellgruppe 102⁴. Der dritte Zellverbinder 142³ verbindet die positiven zweiten Zellterminals 122 der vierten Zellgruppe 102⁴ mit den negativen ersten Zellterminals 120 der dritten Zellgruppe 102³. Der zweite Zellverbinder 142² verbindet die positiven zweiten Zellterminals 122 der dritten Zellgruppe 102³ mit den negativen ersten Zellterminals 120 der zweiten Zellgruppe 102². Der erste Zellverbinder 142¹ verbindet die positiven zweiten Zellterminals 122 der zweiten Zellgruppe 102² mit den negativen ersten Zellterminals der ersten Zellgruppe 102¹. Der positive Stromanschluss 144b ist mit den positiven zweiten Zellterminals 122 der ersten Zellgruppe 102¹ verbunden.

[0170] Bei dieser Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 umfasst einer der Stromanschlüsse 144, beispielsweise der negative Stromanschluss 144a, einen Überquerungsabschnitt 190, welcher sich vorzugsweise in der Längsrichtung 114 der elektrochemischen Vorrichtung 100 in größerem Abstand von der Kontaktebene 138 der elektrochemischen Vorrichtung 100 über die sich schräg zur Längsrichtung 114 erstreckenden Zellverbinder 142 hinweg erstreckt.

[0171] Alternativ hierzu könnte auch vorgesehen sein, dass der Überquerungsabschnitt 190 des Stromanschlusses 144a sich in geringerem Abstand von der Kontaktebene 138 unter den Zellverbindern 142 hindurch erstreckt.

[0172] Der größere Abstand des Überquerungsabschnitts 190 von der Kontaktebene 138 wird beispielsweise dadurch erzielt, dass der Stromanschluss 144a mit einer, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung 114 verlaufenden, Sicke oder Abkröpfung 184 versehen ist.

[0173] Um zu erreichen, dass der Überquerungsabschnitt 190 des Stromanschlusses 144a in geringerem Abstand von der Kontaktebene 138 verläuft als die Zwischenbereiche 152 der Zellverbinder 142, könnte vorgesehen sein, dass der Abstand der Zwischenbereiche 152 von der Kontaktebene 138 durch, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zur Längsrichtung 114 der elektrochemischen Vorrichtung 100 verlaufende, Sicken oder Abkröpfungen vergrößert wird.

[0174] Bei dieser Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 erstrecken sich alle Zellverbinder 142 jeweils von den Zellterminals 120, 122 einer Zellgruppe 102 bis zu Zellterminals 122, 120 einer dieser Zellgruppe 102 unmittelbar benachbarten weiteren Zellgruppe.

[0175] Im Übrigen stimmt die in den Fig. 22 und Fig. 23 dargestellte achte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 16 bis Fig. 19 dargestellten sechsten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0176] Eine in den Fig. 24 und Fig. 25 dargestellte neunte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 unterscheidet sich von der in den Fig. 22 und Fig. 23 dargestellten achten Ausführungsform dadurch, dass der Stromanschluss 144a sich nicht mit den Zellverbindern 142 des Zellkontaktierungssystems 140 überkreuzt, sondern an einer der Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung 100, an welcher der andere Stromanschluss 144b endet, entgegengesetzten Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung 100 endet.

[0177] Da bei dieser Ausführungsform kein Zellverbinder 142 und kein Stromanschluss 144 ein anderes Element des Zellkontaktierungssystems 140 überlappt, ist es möglich, dieses Zellkontaktierungssystem 140 in Form eines Stromleiter-Verbunds aus Zellverbindern 142 und Stromanschlüssen 144 (mit dieselben verbindenden Verbindungselementen) aus einem flächigen Ausgangsmaterial 155 herauszutrennen, wie dies in den Fig. 5 und Fig. 6 im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 dargestellt ist.

[0178] Dafür müssen allerdings Stromleiter zum Verbinden der elektrochemischen Vorrichtung 100 mit einer externen Stromquelle beziehungsweise mit einem externen Verbraucher von zwei einander entgegengesetzten Seiten an die elektrochemische Vorrichtung 100 herangeführt werden.

[0179] Im Übrigen stimmt die in den Fig. 24 und Fig. 25 dargestellte neunte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 22 und Fig. 23 dargestellten achten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0180] Eine in den Fig. 26 und Fig. 27 dargestellte zehnte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems 140 unterscheidet sich von der in den Fig. 12 und Fig. 13 dargestellten fünften Ausführungsform dadurch, dass die Zellverbinder 142 nicht nur in ihren Kontaktbereichen 148, 150 jeweils mehrere elastisch und/oder plastisch verformbare Kompensationsabschnitte 180 aufweisen, welche eine Relativbewegung zwischen jeweils zwei Abschnitten 178 des jeweiligen Kontaktbereichs 148, 150, die zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals 120, 122 derselben Zellgruppe 102 vorgesehen sind, ermöglichen, sondern zusätzlich in den Zwischenbereichen 152

der Zellverbinder **142'** jeweils ein Kompensationsabschnitt **180'** vorgesehen ist, welcher eine Relativbewegung zwischen dem ersten Kontaktbereich **148** und dem zweiten Kontaktbereich **150** des jeweiligen Zellverbinders **142'** ermöglicht.

[0181] Zu diesem Zweck kann der Kompensationsabschnitt **180'** insbesondere eine oder mehrere quer, vorzugsweise im Wesentlichen senkrecht, zu der Längsrichtung **114** der elektrochemischen Vorrichtung **100** verlaufende Kompensationswellen **182'** aufweisen.

[0182] Alternativ oder ergänzend hierzu kann jeder Kompensationsabschnitt **180'** einen - längs der Längsrichtung **114** genommenen - Querschnitt aufweisen, welcher mindestens eine U-Form, S-Form, Ω -Form und/oder Mäanderform beinhaltet.

[0183] Durch einen solchen Kompensationsabschnitt **180'** ist es möglich, den ersten Kontaktbereich **148** und den zweiten Kontaktbereich **150** des jeweiligen Zellverbinders **142'** im Betrieb der elektrochemischen Vorrichtung **100** und/oder zum Toleranzausgleich bei der Montage des Zellkontaktierungssystems **140** relativ zueinander zu bewegen.

[0184] Bei dieser Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** können die Zwischenbereiche **152** der Zellverbinder **142'** genauso breit ausgebildet sein wie bei der in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140**.

[0185] Die Kompensationsabschnitte **180**, welche jeweils zwei Abschnitte **178** eines Kontaktbereichs **148**, **150**, die zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals **120**, **122** derselben Zellgruppe **102** vorgesehen sind, miteinander verbinden, erstrecken sich dabei vorzugsweise von einem seitlichen Rand **192** des jeweils zugeordneten Kontaktbereichs **148**, **150**, welcher sich vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung **114** erstreckt, bis zu einem seitlichen Rand **194** des Zwischenbereichs **152**, welcher vorzugsweise schräg zu der Längsrichtung **114** verläuft.

[0186] Im Übrigen stimmt die in den **Fig. 26** und **Fig. 27** dargestellte zehnte Ausführungsform des Zellkontaktierungssystems **140** hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellten fünften Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Patentansprüche

1. Zellkontaktierungssystem für eine elektrochemische Vorrichtung (100), die mehrere Zellgruppen

(102) umfasst, welche jeweils eine oder mehrere elektrochemische Zellen (104) umfassen, wobei jede elektrochemische Zelle (104) ein erstes Zellterminal (120) und ein zweites Zellterminal (122) aufweist,

wobei die elektrochemischen Zellen (104) längs einer Längsrichtung (114) der elektrochemischen Vorrichtung (100) aufeinander folgen, die ersten Zellterminals (120) der elektrochemischen Zellen (104) in einem ersten Zellterminalbereich (126) der elektrochemischen Vorrichtung (100) längs der Längsrichtung (114) aufeinander folgen und die zweiten Zellterminals (122) der elektrochemischen Zellen (104) in einem zweiten Zellterminalbereich (128) der elektrochemischen Vorrichtung (100) längs der Längsrichtung (114) aufeinander folgen, wobei das Zellkontaktierungssystem (140) mindestens einen Zellverbinder (142) zum elektrisch leitenden Verbinden von Zellterminals einer ersten Zellgruppe (102a) mit Zellterminals einer zweiten Zellgruppe (102b) umfasst und wobei der Zellverbinder (142) einen ersten Kontaktbereich (148) zum Kontaktieren der Zellterminals der ersten Zellgruppe (102a) und einen zweiten Kontaktbereich (150) zum Kontaktieren der Zellterminals der zweiten Zellgruppe (102b) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**,

dass mindestens ein Zellverbinder (142) sich schräg zu der Längsrichtung (114) von Zellterminals (120) der ersten Zellgruppe (102a) in dem ersten Zellterminalbereich (126) zu Zellterminals (122) der zweiten Zellgruppe (102b) in dem zweiten Zellterminalbereich (128) erstreckt.

2. Zellkontaktierungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zellverbinder (142) einen den ersten Kontaktbereich (148) und den zweiten Kontaktbereich (150) miteinander verbindenden Zwischenbereich (152) umfasst, dessen Längsachse (153) schräg zu der Längsrichtung (114) der elektrochemischen Vorrichtung (100) ausgerichtet ist.

3. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zellverbinder (142) sich von Zellterminals (120) der ersten Zellgruppe (102a) bis zu Zellterminals (122) einer der ersten Zellgruppe (102a) unmittelbar benachbarten zweiten Zellgruppe (102b) erstreckt.

4. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zellverbinder (142) sich von Zellterminals (120) der ersten Zellgruppe (102a) bis zu Zellterminals (122) einer der ersten Zellgruppe (102a) nicht unmittelbar benachbarten zweiten Zellgruppe (102b) erstreckt.

5. Zellkontaktierungssystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine

Zellverbinder (142) sich über eine zwischen der ersten Zellgruppe (102a) und der zweiten Zellgruppe (102b) angeordnete Zellgruppe (102e) der elektrochemischen Vorrichtung (100) hinweg erstreckt.

6. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrochemischen Zellen (104) der elektrochemischen Vorrichtung (100) zwischen zwei Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung (100) angeordnet sind, welche quer zu der Längsrichtung (114) der elektrochemischen Vorrichtung (100) ausgerichtet und in der Längsrichtung (114) der elektrochemischen Vorrichtung (100) voneinander beabstandet sind, wobei das Zellkontaktierungssystem (140) zwei Stromanschlüsse (144) unterschiedlicher Polarität aufweist.

7. Zellkontaktierungssystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Stromanschlüsse (144a, 144b) an derselben Stirnseite der elektrochemischen Vorrichtung (100) enden.

8. Zellkontaktierungssystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Stromanschlüsse (144a, 144b) an verschiedenen Stirnseiten der elektrochemischen Vorrichtung (100) enden.

9. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zellkontaktierungssystem (140) mehrere Zellverbinder (142) umfasst, die sich nicht überlappen.

10. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zellkontaktierungssystem (140) mindestens zwei Zellverbinder (142) umfasst, die sich überkreuzen.

11. Zellkontaktierungssystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen mindestens zwei sich überkreuzenden Zellverbindern (142) mindestens ein elektrisch isolierendes Isolationselement (186) angeordnet ist.

12. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zellverbinder (142) im montierten Zustand des Zellkontaktierungssystems (140) mindestens einen Entgasungsauslass (130) einer elektrochemischen Zelle (104) überquert und in dem Überquerungsbereich mit einem Gas-Führungskanalabschnitt (162) versehen ist.

13. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zellkontaktierungssystem (140) ein Trägerelement (168) umfasst, an dem mehrere Zellverbinder (142) des Zellkontaktierungssystems (140) angeordnet sind, wobei das Trägerelement (168) im montierten Zustand des Zellkontaktierungssystems

(140) mindestens einen Entgasungsauslass (130) einer elektrochemischen Zelle (104) überquert und in dem Überquerungsbereich mit einem Gas-Führungskanal (166) versehen ist.

14. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zellverbinder (142) in mindestens einem seiner Kontaktbereiche (148, 150) mindestens eine Ausnehmung (174) aufweist, welche zwei Abschnitte (178) des Kontaktbereichs (148, 150), die zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals (120, 122) derselben Zellgruppe (102) vorgesehen sind, voneinander trennt.

15. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zellverbinder (142) in mindestens einem seiner Kontaktbereiche (148, 150) mindestens einen elastisch und/oder plastisch verformbaren Kompensationsabschnitt (180) aufweist, welcher zwei Abschnitte (178) des Kontaktbereichs (148, 150), die zum Kontaktieren verschiedener Zellterminals (120, 122) derselben Zellgruppe (102) vorgesehen sind, miteinander verbindet.

16. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zellverbinder (142) des Zellkontaktierungssystems (140) aus einem flächigen Ausgangsmaterial (155) herausgetrennt worden ist, welches einen ersten Materialabschnitt (156) aus einem ersten Material zur Bildung mindestens eines Kontaktbereichs (148) des Zellverbinders (142) und mindestens einen zweiten Materialabschnitt (158) aus einem zweiten Material zur Bildung eines die Kontaktbereiche (148, 150) des Zellverbinders (142) miteinander verbindenden Zwischenbereichs (152) des Zellverbinders (142) umfasst.

17. Zellkontaktierungssystem nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Zellverbinder (142) des Zellkontaktierungssystems (140) gemeinsam aus dem flächigen Ausgangsmaterial herausgetrennt worden sind.

18. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Material als Hauptbestandteil Aluminium und/oder das zweite Material als Hauptbestandteil Kupfer enthält.

19. Zellkontaktierungssystem nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Materialabschnitt (156) und der zweite Materialabschnitt (158) des Ausgangsmaterials (155) stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

FIG.2

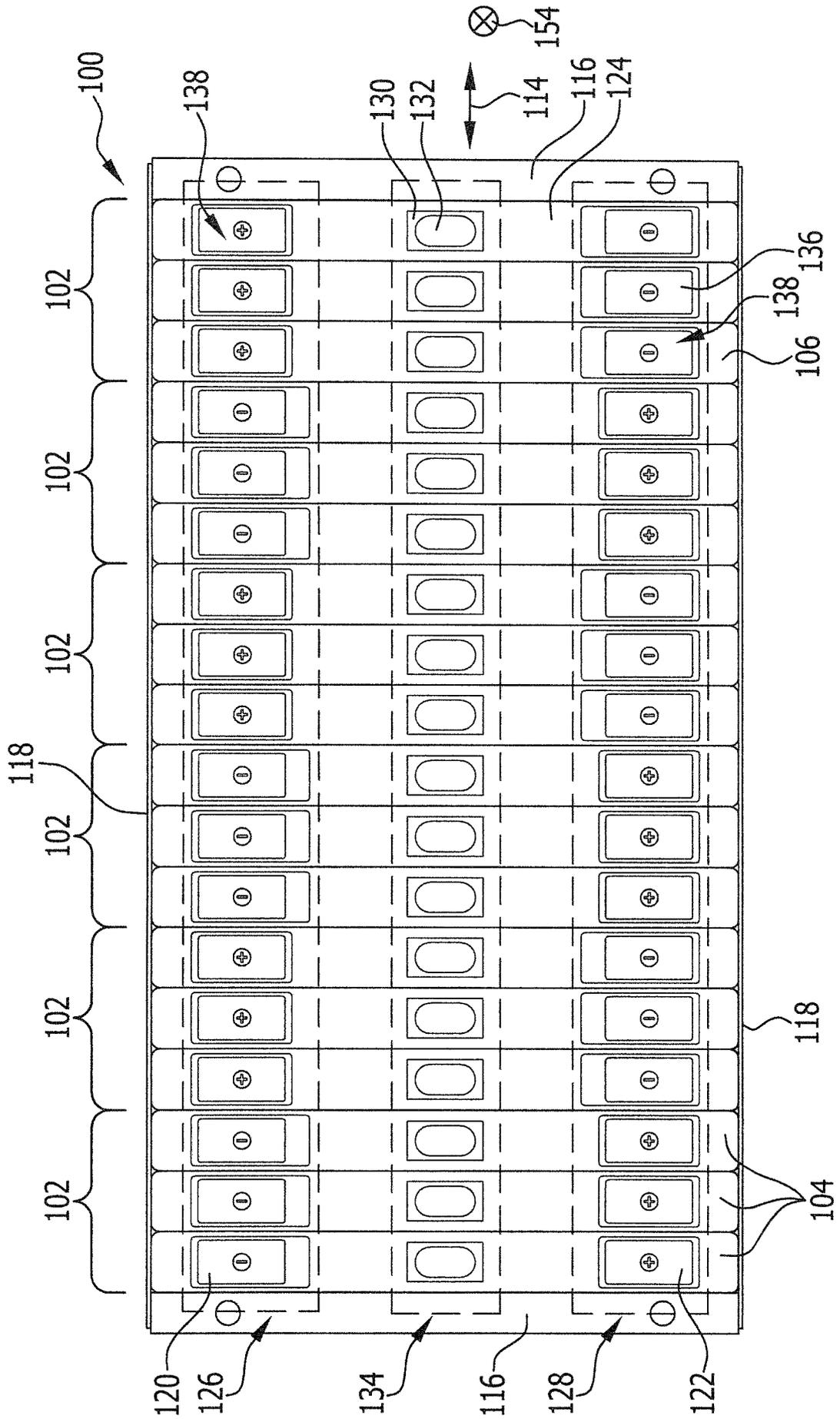


FIG.3

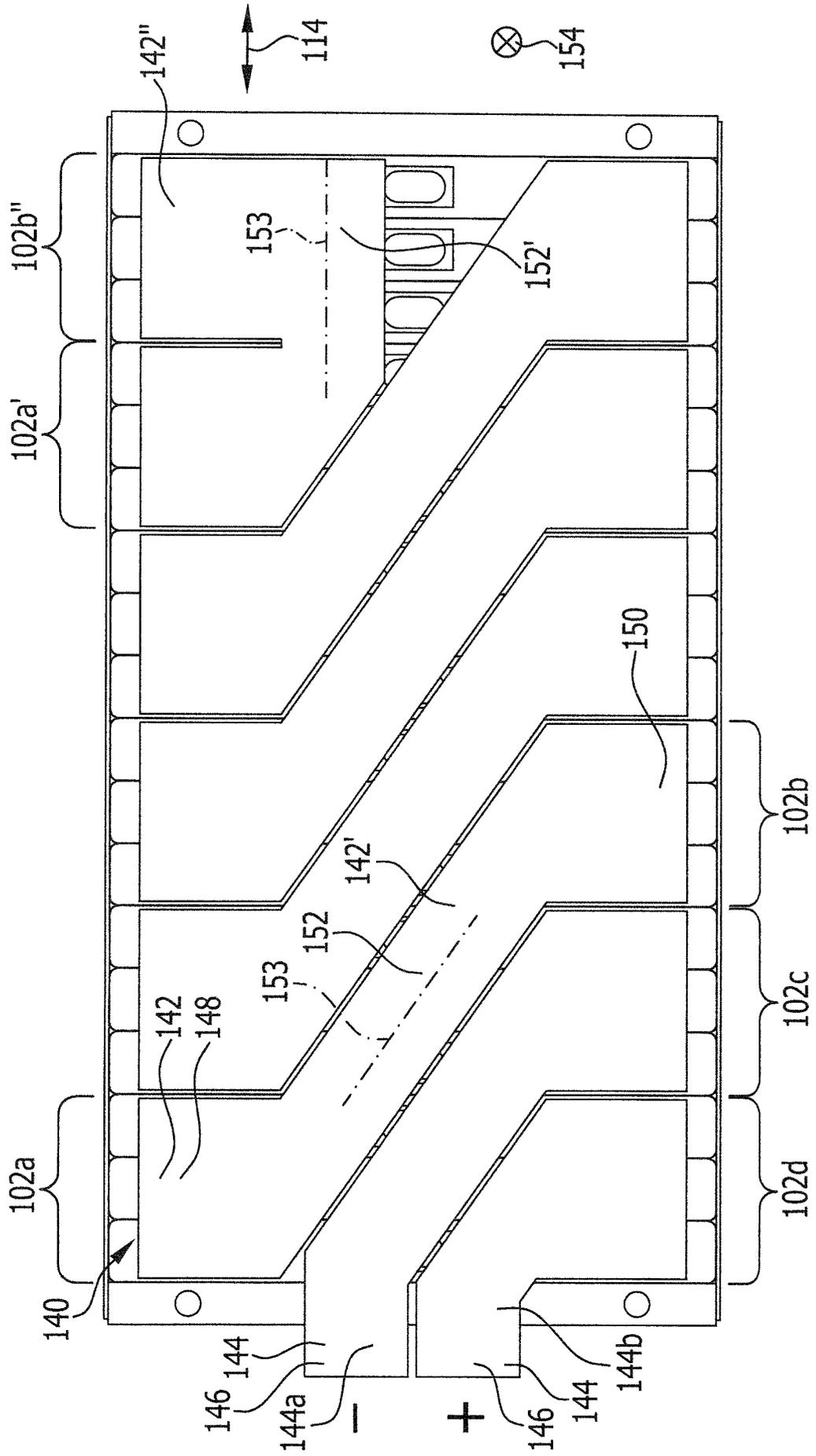


FIG.4

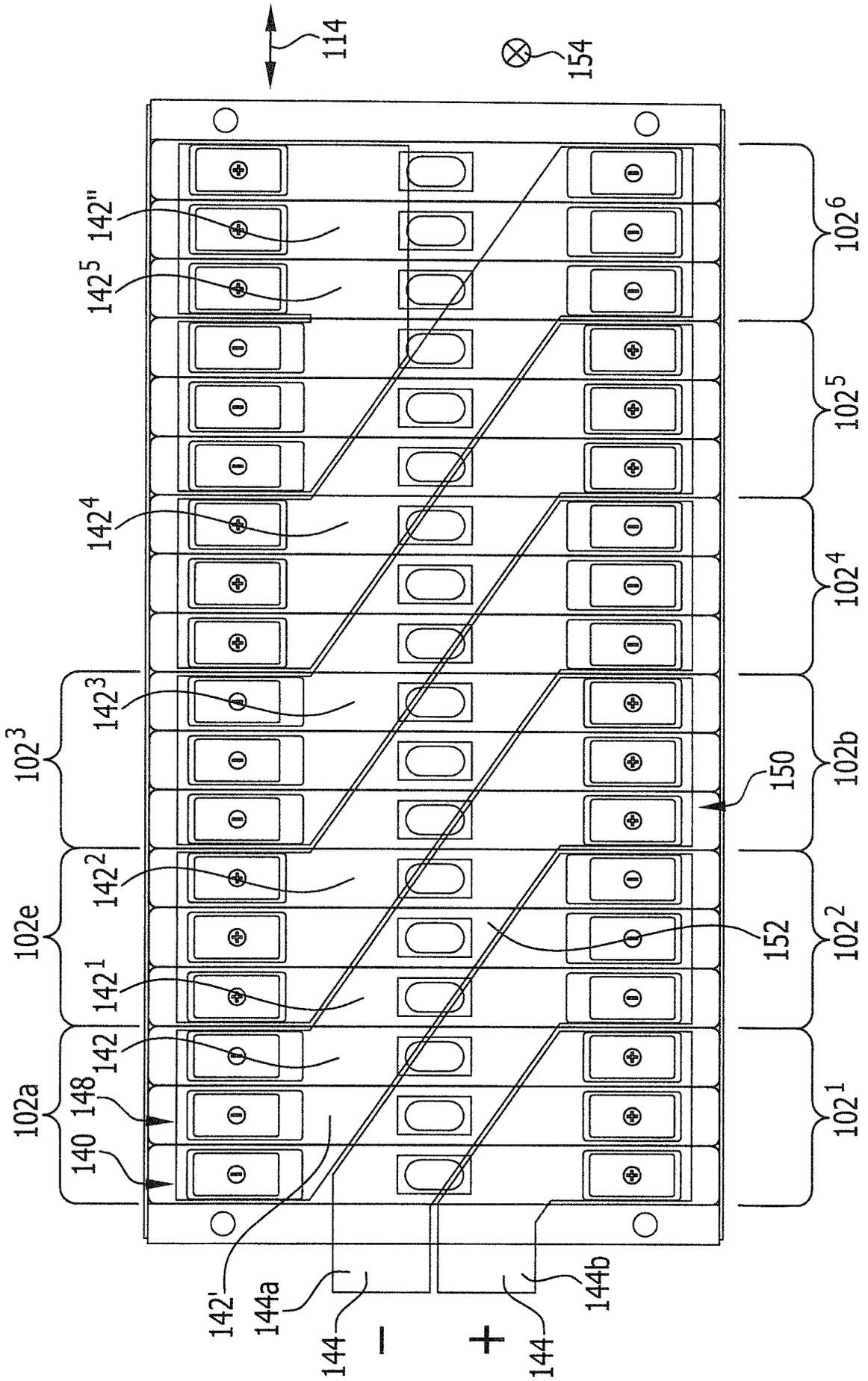


FIG.5

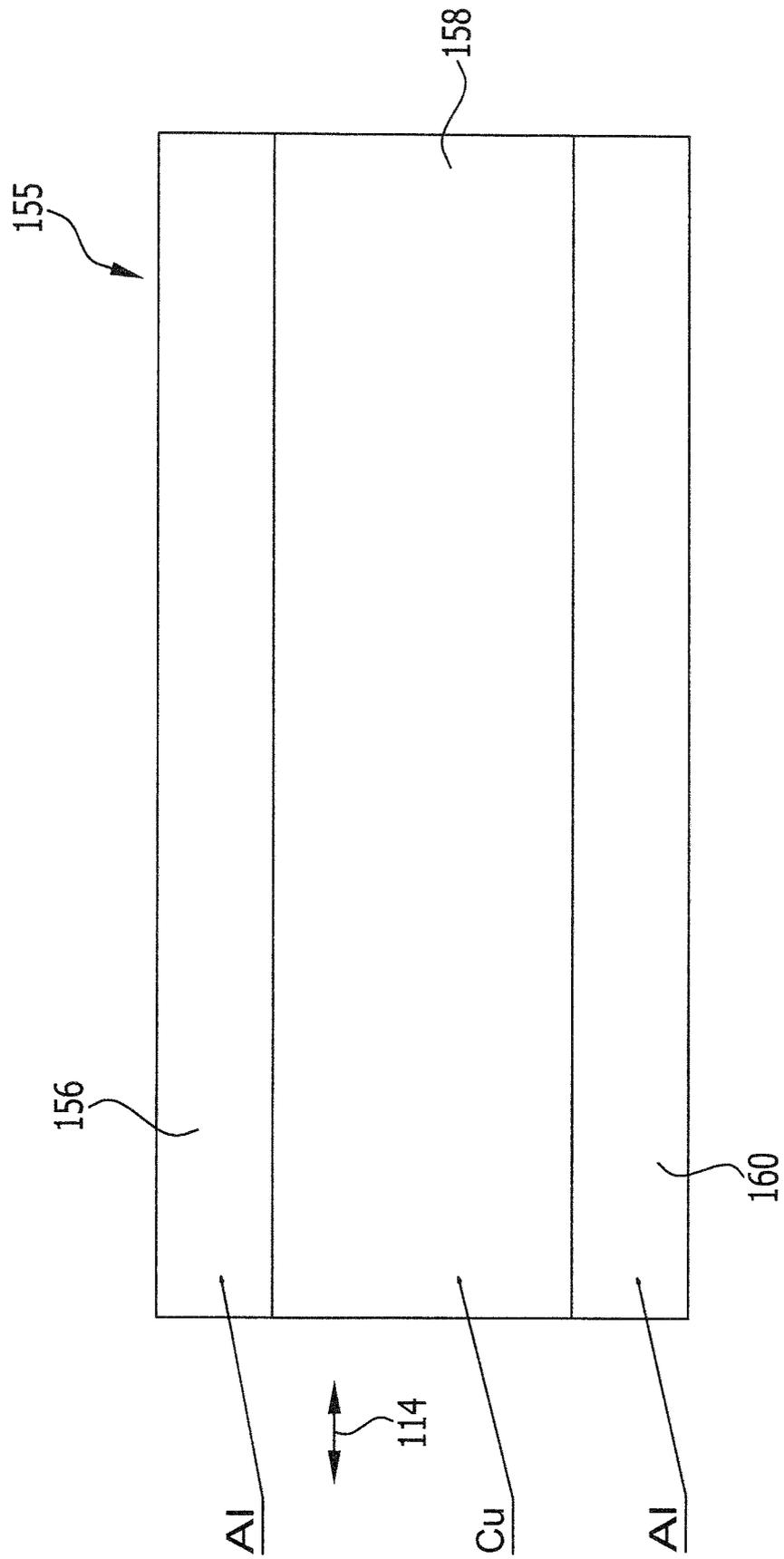


FIG.7

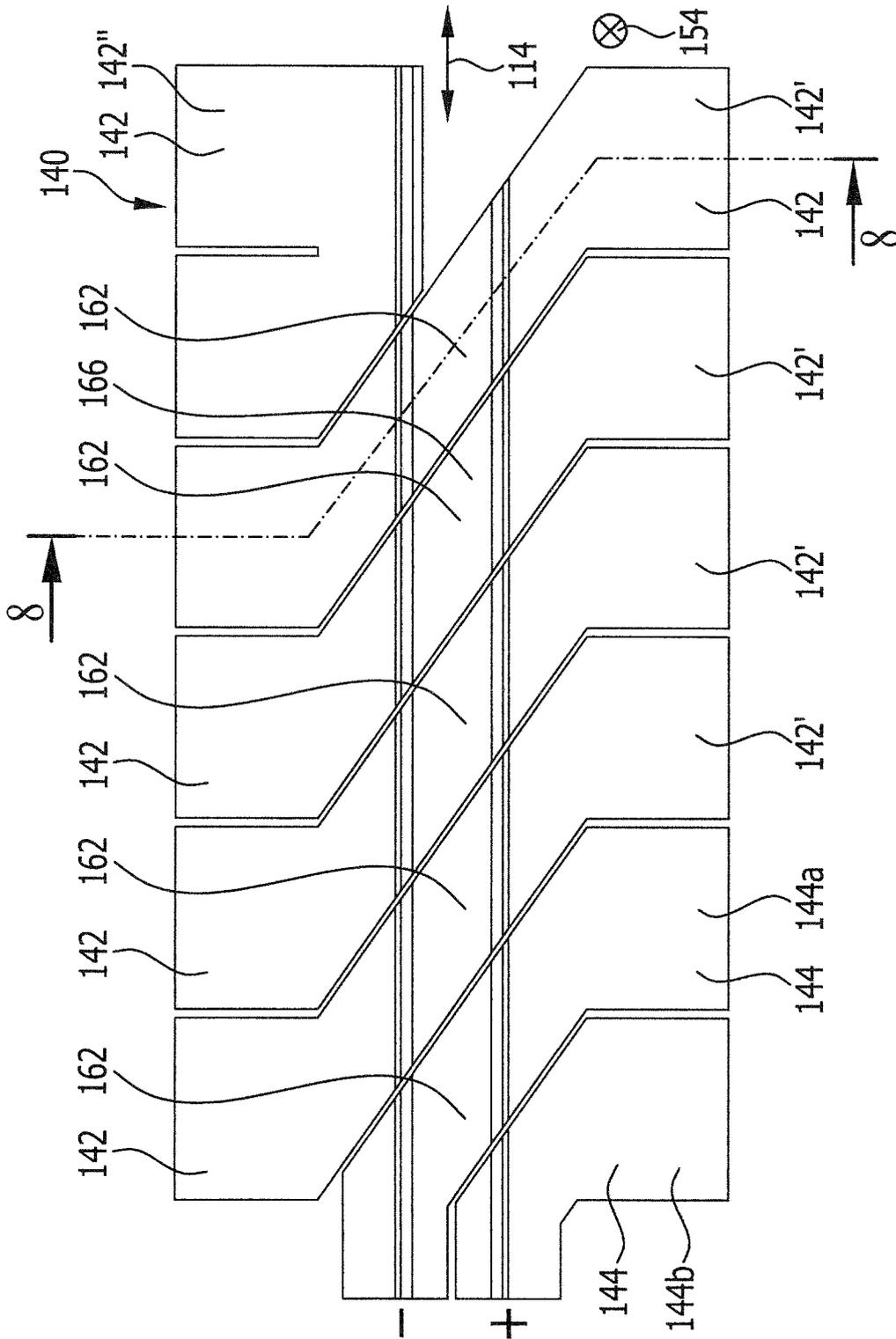


FIG.8

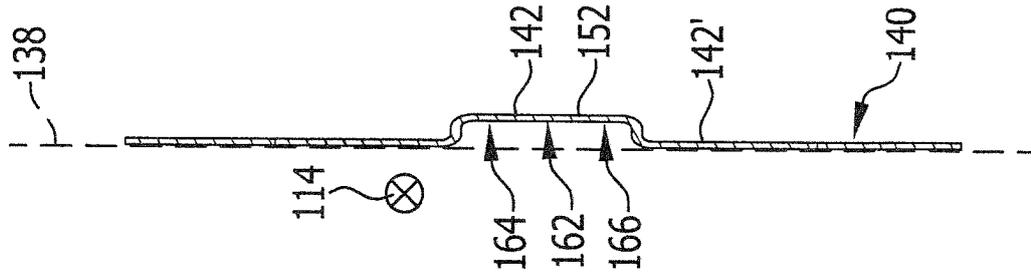
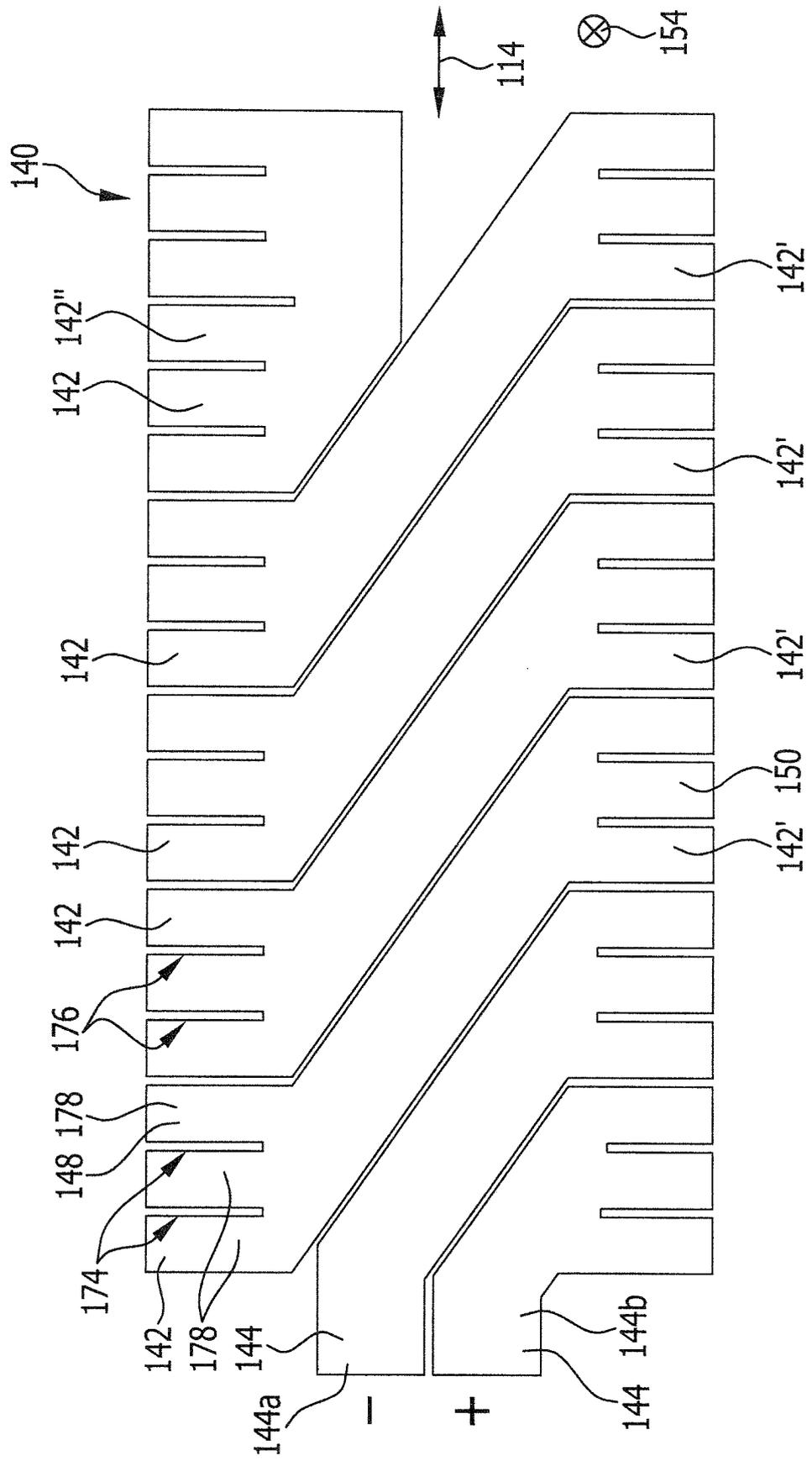


FIG.11



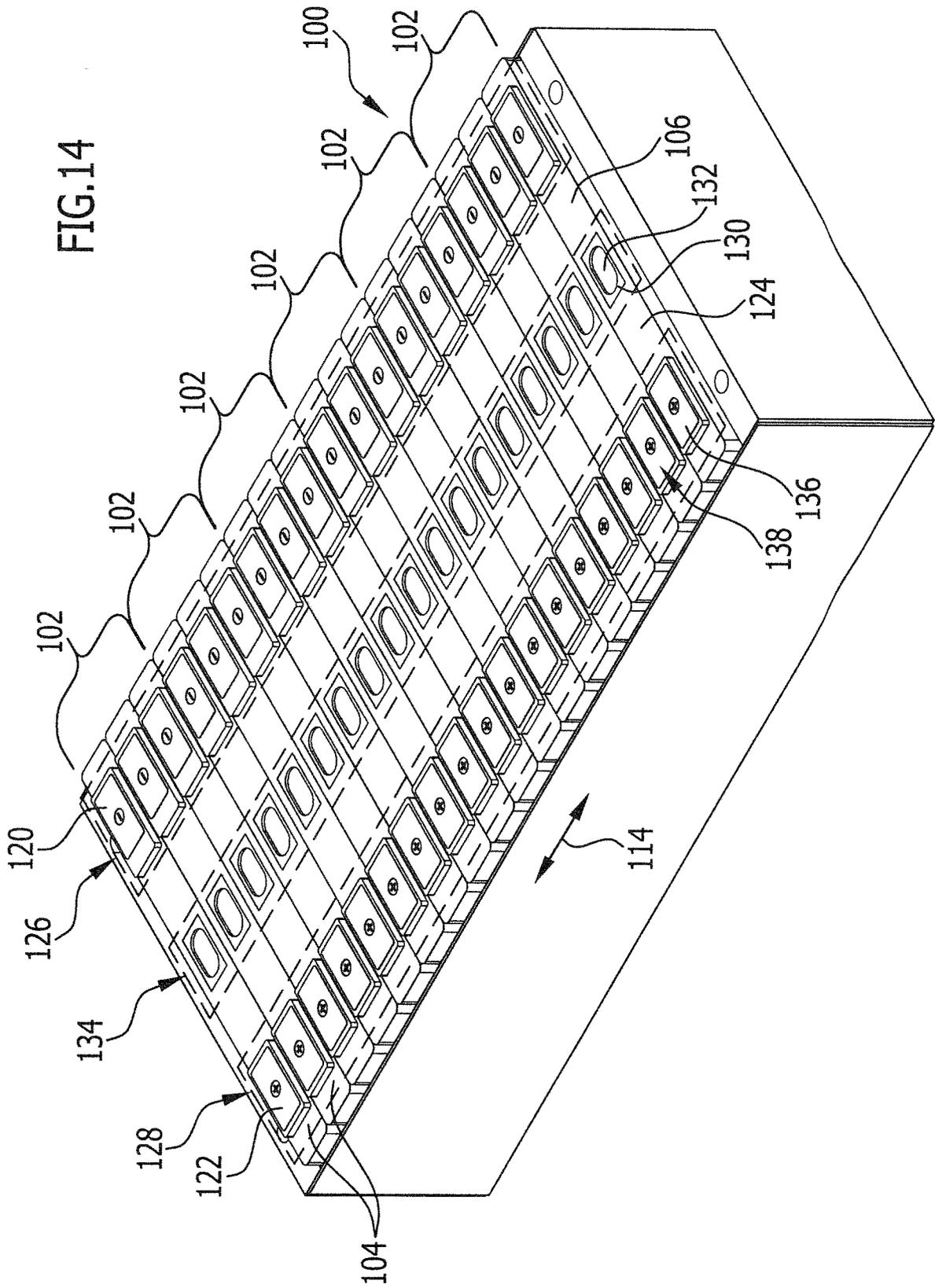


FIG.16

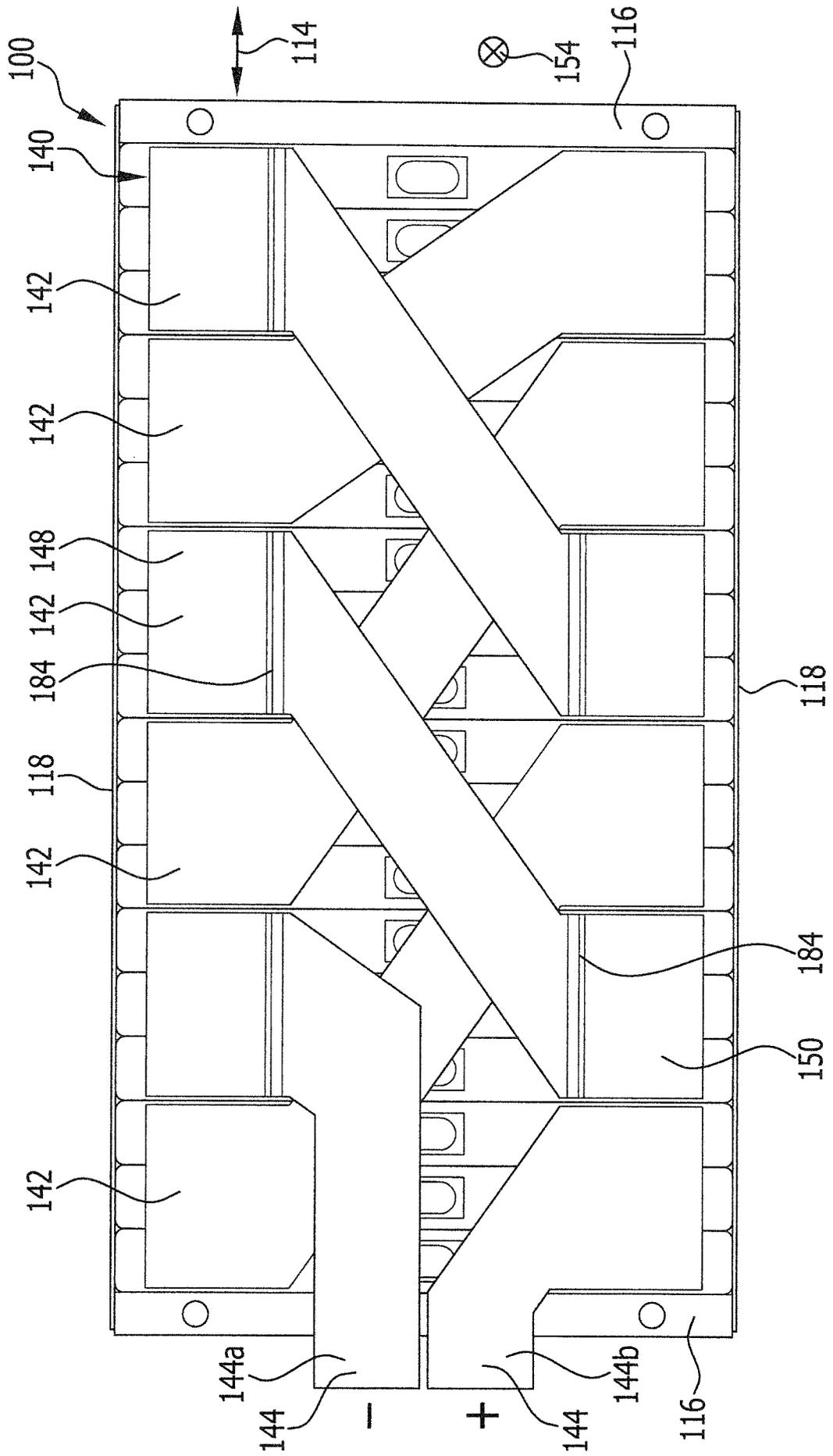


FIG.19

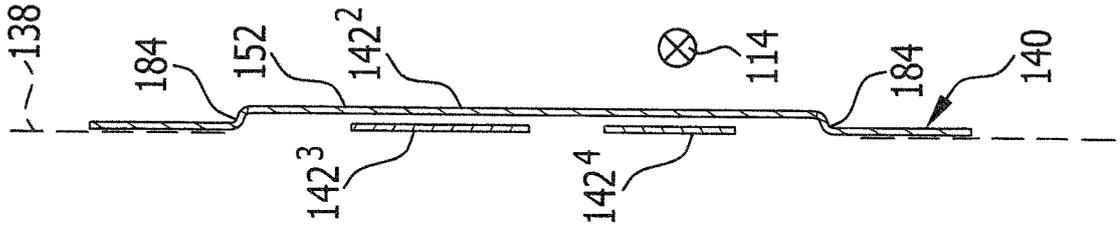


FIG.18

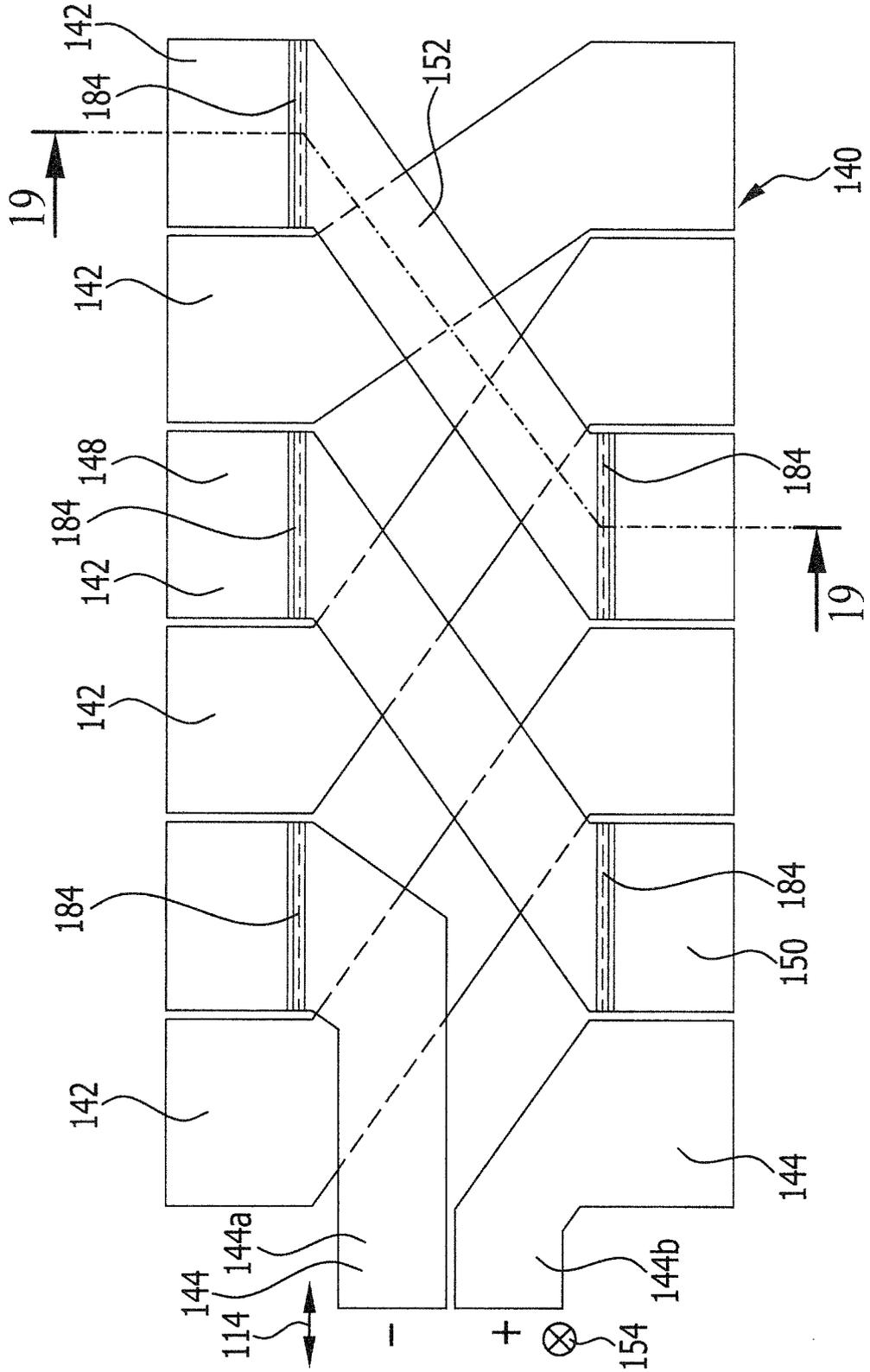


FIG.21

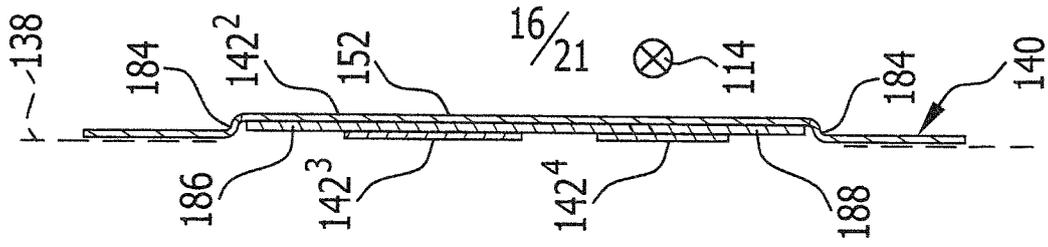


FIG.20

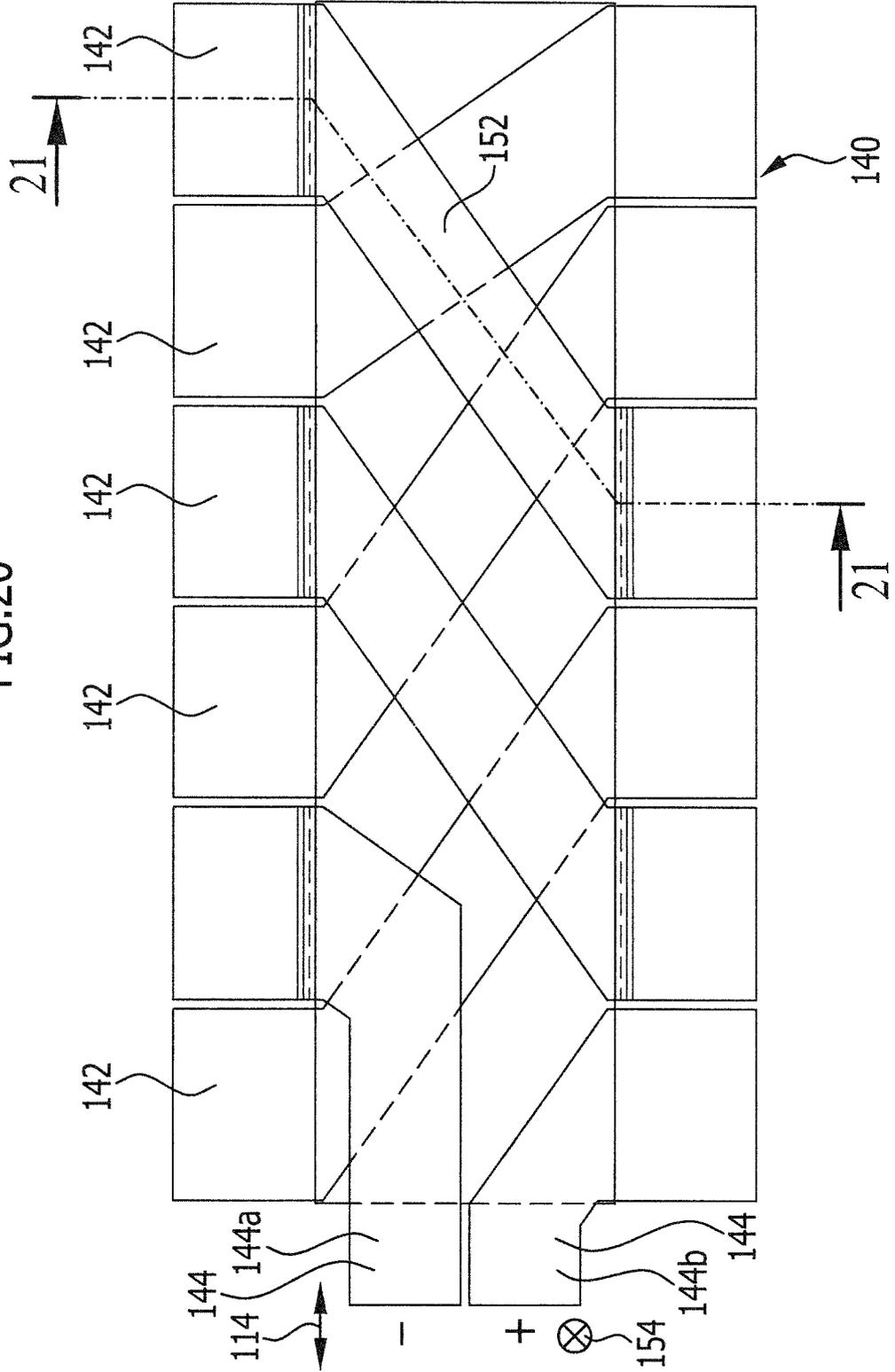
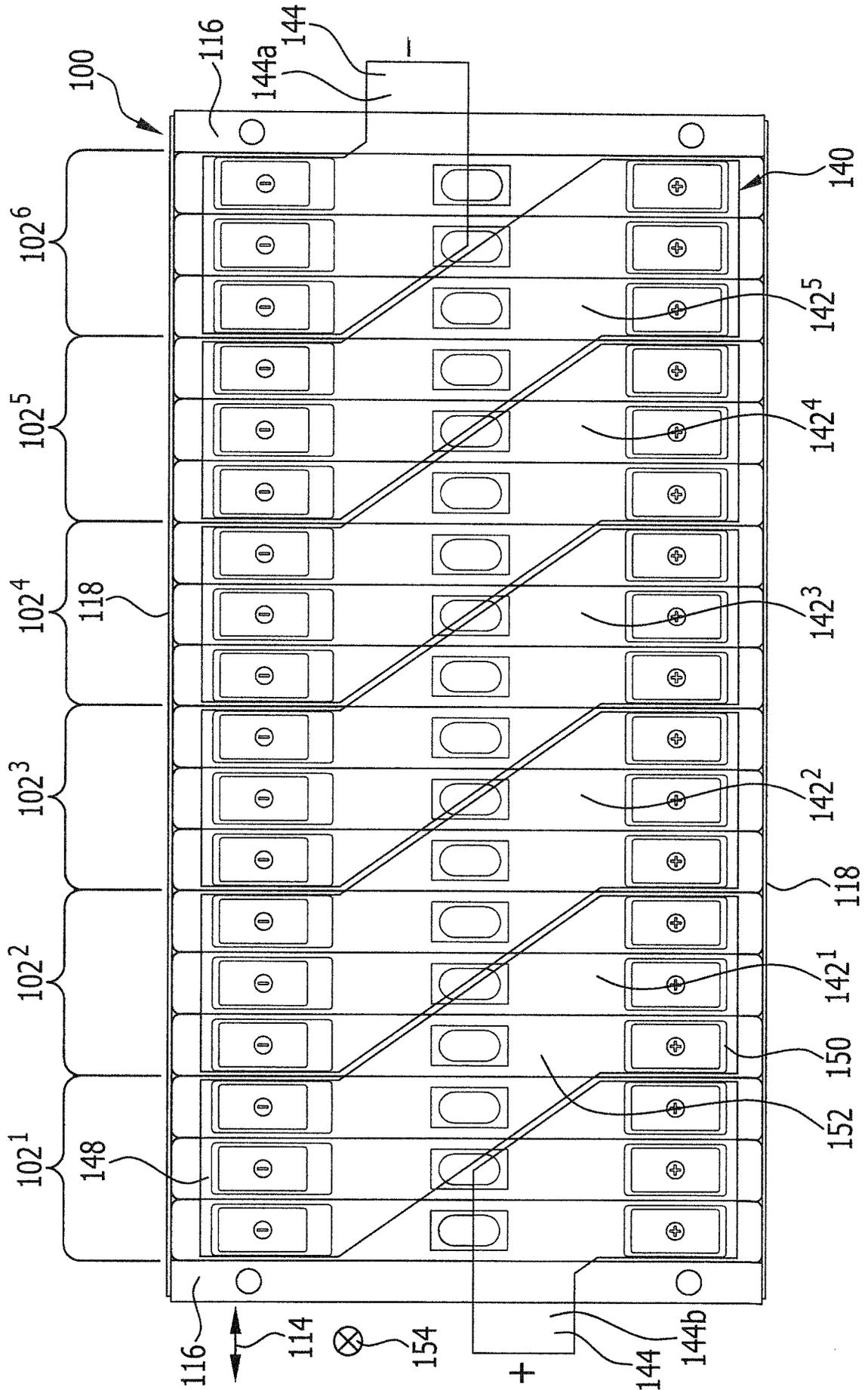


FIG.25



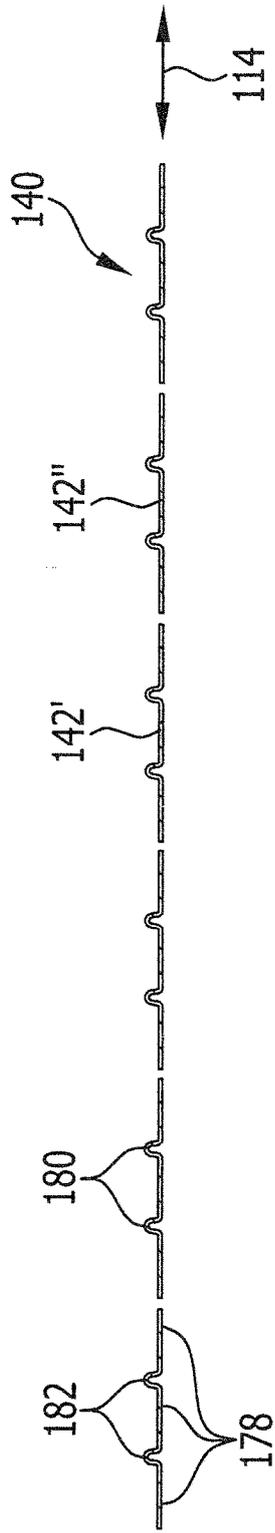


FIG. 27

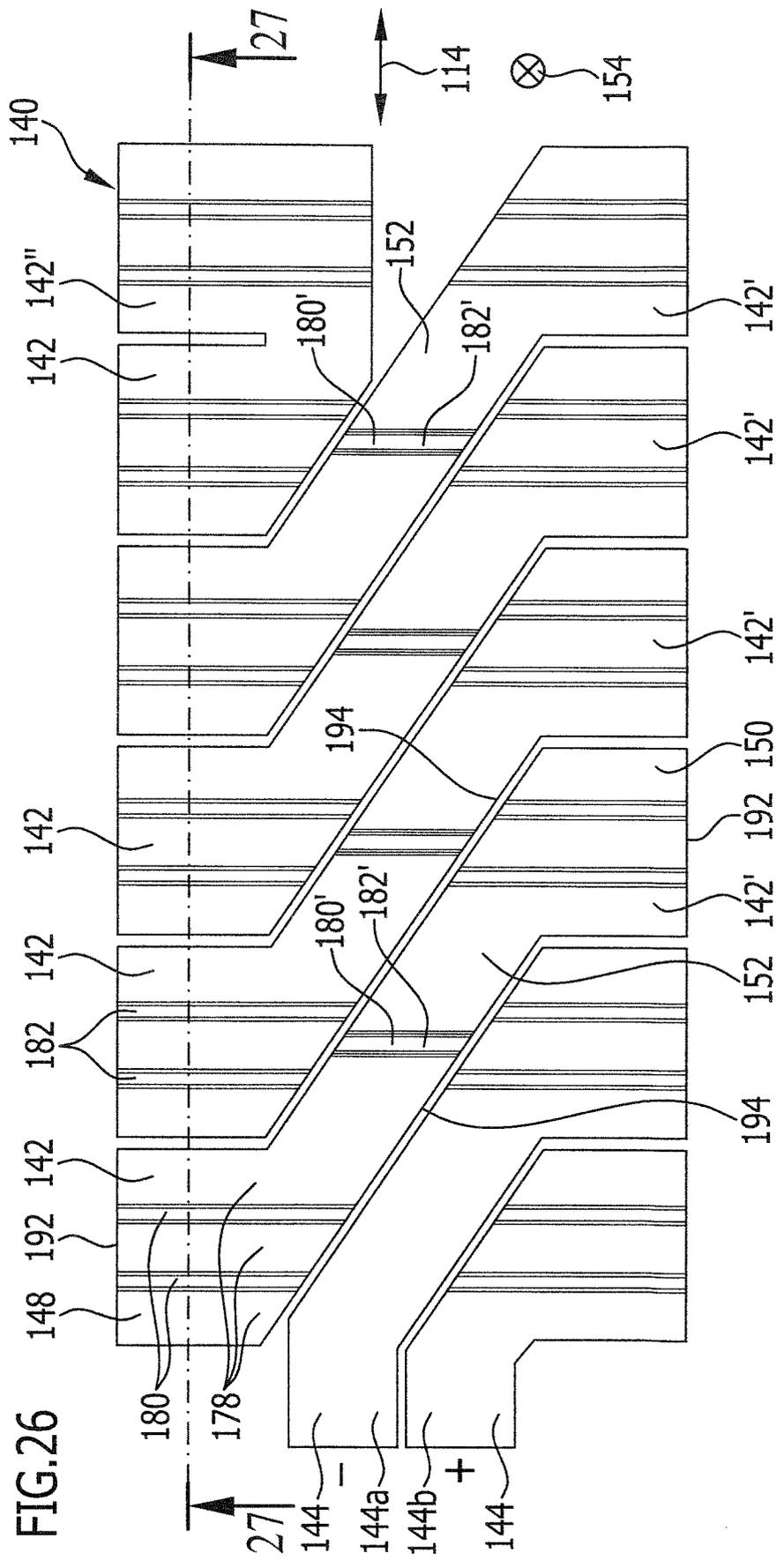


FIG. 26