

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
20. März 2014 (20.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/040734 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 2/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002738
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. September 2013 (12.09.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102012018041.1
13. September 2012 (13.09.2012) DE
- (71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse
137, 70327 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: HOHENTHANNER, Claus-Rupert;
Liesingstrasse 5, 63457 Hanau (DE). MEINTSCHEL,
Jens; Rudolf-Breitscheid-Str. 28, 02994 Bernsdorf (DE).
SCHRÖTER, Dirk; Korber Strasse 9/1, 71364
Winnenden (DE). WARSCHIEFSKE, Enrico; Mühlweg
6a, 01920 Haselbachtal OT Giersdorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INSULATION OF ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE DEVICES

(54) Bezeichnung : ISOLATION VON ELEKTROCHEMISCHEN ENERGIESPEICHERN

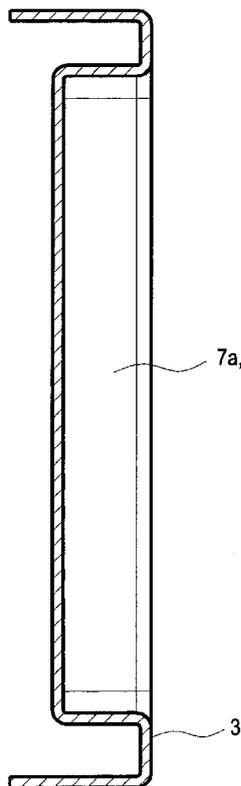


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to an electrochemical storage device having an electrode assembly, in particular with a lithium-ion cell chemistry, wherein at least a first component of the electrochemical energy storage device has an electrically insulating coating that can be broken up when said first component is materially bonded to a second component. As a result of the use of an electrically insulating coating that can be broken up when a first component is materially bonded to a second component, the components can be coated cost-effectively over their entire surface; covering up the points of attachment, partial coating or mechanical reworking are not required, resulting in considerable cost savings.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektrochemischen Energiespeicher mit einer Elektrodenbaugruppe, insbesondere mit einer Lithium-Ionen-Zellchemie, wobei zumindest ein erstes Bauteil des elektrochemischen Energiespeichers eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweist, die bei einem stoffschlüssigen Zusammenfügen mit einem zweiten Bauteil aufbrechbar ist. Durch den Einsatz einer elektrisch isolierenden Beschichtung, die bei einem stoffschlüssigen Zusammenfügen mit einem zweiten Bauteil aufbrechbar ist, können die Bauteile kostengünstig auf ihrer gesamten Oberfläche beschichtet werden; eine Abdeckung der Anbindungsstellen, eine partielle Beschichtung oder eine mechanische Nacharbeit ist nicht erforderlich. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen.



WO 2014/040734 A2



GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Daimler AG

Isolation von elektrochemischen Energiespeichern

Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrochemischen Energiespeicher mit einer Elektrodenbaugruppe, insbesondere für eine Batterie.

Die Erfindung wird im Zusammenhang mit Lithium-Ionen-Batterien zur Versorgung von KfZ-Antrieben beschrieben. Die Erfindung kann aber auch unabhängig von der Bauart der Batterie oder unabhängig von der Art des versorgten Antriebs Verwendung finden.

Hochvolt-Batterien für Fahrzeuganwendungen bestehen aus vielen einzelnen elektrochemischen Energiespeichern, die sich mit der dazugehörigen Elektronik und Kühlung in einem gemeinsamen Gehäuse befinden.

Die elektrochemischen Energiespeicher bestehen aus einer Umhüllung, welche den elektrochemisch aktiven Inhalt umschließt. Der elektrochemisch aktive Teil ist die Elektrodenbaugruppe bzw. der Elektrodenwickel, welche(r) durch Lagen aus Kathoden- und Anodenfolien (beschichtete Alu- und Kupferfolien bei Li-Ion-Speicherchemie) gebildet wird, die jeweils durch Lagen eines Separators getrennt werden.

Es ist möglich, Blätter aus Kathoden, Anoden und Separatoren zu stapeln, Bänder aus diesen zu wickeln bzw. flachzuwickeln oder den bandförmigen Separator in Z-Form zu falten und die Kathoden— bzw. Anodenblätter seitlich in die sich bildenden Taschen einzuschieben. Anoden— und Kathodenlagen sind an mindestens an einem Rand unbeschichtet und ragen aus dem Elektrodenstapel wie Fähnchen heraus, wo sie miteinander verbunden (geheftet) werden. Diese Ableitfahnen werden mit den Polen der Zelle verbunden um die Stromeinleitung und —ausleitung zu ermöglichen. Hierzu kommen vorzugsweise

BESTÄTIGUNGSPATENT

stoffschlüssige Press- oder Schmelzschweißverfahren (z.B. Widerstandspunktschweißung, Vibrations- bzw. Ultraschallschweißung oder Laserschweißung) zum Einsatz; eine kraftschlüssige Anbindung (z.B. Nietung) oder eine formschlüssige Verbindung (Durchsetzfugen wie Clinchen/Toxen) ist ebenfalls möglich.

Zur Bildung einer Batterie werden die elektrochemischen Energiespeicher durch Verbindung ihrer Pole elektrisch in Reihe und/oder parallel geschaltet.

Es ist möglich, die Pole der elektrochemischen Energiespeicher direkt zu verbinden oder leitende Verbinder (zum Beispiel metallische Stromschienen) dazwischen zu schalten. Hierzu kommen wiederum stoff-, kraft- oder formschlüssige Verfahren (Schmelz- oder Ultraschallschweißung, Nietung/Schraubung oder Toxen) zum Einsatz.

Die stromführenden Teile müssen meist im Bereich außerhalb der Fügestellen inner- und außerhalb der elektrochemischen Energiespeicher elektrisch isoliert werden, um Kurzschlüsse bzw. ungewollten Stromfluss zu verhindern.

Hierzu kommen separate Bauteile zum Einsatz. So werden z.B. Innenteile des elektrochemischen Energiespeichers mit Kunststofffolien abgedeckt und Stromschienen mit Schrumpfschläuchen überzogen.

Werden unter Spannung stehende elektrochemische Energiespeicher durch Kontakt mit metallischen Kühl- oder Heizplatten temperiert, so muss zwischen den elektrochemischen Energiespeichern und der Kühlplatte eine elektrische Isolation (Wärmeleitfolie, Vergussmasse) angeordnet sein.

So sind aus der Patentanmeldung WO 2010/083972 elektrochemische Energiespeicher bekannt, deren Formteile der Umhüllung eine Beschichtung zur Isolation aufweisen.

Die zusätzlichen Bauteile für die Isolation benötigen Bauraum und erhöhen die Kosten. Da zur Isolation in der Regel Kunststoffteile oder -schichten verwendet werden, ist bei einem Batteriebrand etc. mit Zerstörung derselben und daher mit Kurzschlüssen zu rechnen. Dies erhöht, insbesondere in Bezug auf Fahrzeugbatterien, die Gefahr eines Stromschlags bei einem Unfall für Insassen und Rettungspersonal. Zusätzlich müssen die iso-

lierenden Schichten an den Stellen, an denen eine definierte elektrische Verbindung erzeugt werden soll, entfernt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit der Isolation von Bauteilen von elektrochemischen Energiespeichern bei Hochvolt-Batterien zu finden, die kostengünstig in der Fertigung ist und die Langzeitstabilität der Batterien verbessert.

Das wird erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche erreicht. Zu bevorzugende Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei einem erfindungsgemäßen elektrochemischen Energiespeicher ist zumindest ein erstes Bauteil mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung versehen, die bei einem stoffschlüssigen Zusammenfügen mit einem zweiten Bauteil aufbrechbar ist.

Im Zusammenhang mit der Beschreibung der vorliegenden Erfindung soll unter einem elektrochemischen Energiespeicher jede Art von Energiespeicher verstanden werden, dem elektrische Energie entnommen werden kann, wobei eine elektrochemische Reaktion im Innern des Energiespeichers abläuft. Der Begriff umfasst insbesondere galvanische Zellen aller Art, insbesondere Primärzellen, Sekundärzellen und Zusammenschaltungen solcher Zellen zu Batterien aus solchen Zellen. Solche elektrochemischen Energiespeicher weisen üblicherweise negative und positive Elektroden auf, die durch einen sogenannten Separator getrennt sind. Zwischen den Elektroden findet ein Ionen-Transport durch einen Elektrolyten statt.

Ein Bauteil ist im Sinne der Erfindung jegliches Element des elektrochemischen Energiespeichers.

Eine isolierende Beschichtung im Sinne der Erfindung ist jede Art von elektrisch nicht oder gering leitender Schicht, die unmittelbar auf die Oberfläche der zu isolierenden Bauteile aufgebracht werden kann und mit dieser eine feste Verbindung eingeht. Diese feste Verbindung geschieht vorzugsweise durch chemische oder physikalische Effekte, besonders bevorzugt durch eine chemische Reaktion. Aber auch andere Verbindungsformen wie verkleben oder verschmelzen oder jede andere geeignete Verbindungsform ist möglich.

Die isolierende Beschichtung verhindert ungewollten Stromfluss und benötigt dabei keinen zusätzlichen Bauraum. Dies ist sehr vorteilhaft, da die Abmessungen des elektrochemischen Energiespeichers auch die Abmessungen der Batterie beeinflussen. Je mehr kWh pro Volumeneinheit eine Batterie aufweist, desto besser kann diese insbesondere bei mobilen Anwendungen in Automobilen, Fahrrädern, Flugzeugen, etc. eingesetzt werden.

Nachfolgend werden zu bevorzugende Weiterbildungen der Erfindung beschrieben.

Vorteilhaft ist das zumindest eine Bauteil ein stromführendes Bauteil des elektrochemischen Energiespeichers.

Ein stromführendes Bauteil im Sinne der Erfindung ist jegliches Bauteil, welches zum Leiten oder Speichern von Ladungsträgern dient.

Werden die in und/oder außerhalb des elektrochemischen Energiespeichers offenliegenden stromführenden Bauteile mit einer isolierenden Beschichtung versehen, so braucht beim Design des elektrochemischen Energiespeichers auf etwaige Kurzschlussstellen eine geringere Rücksicht genommen werden, was zu einem größeren Freiheitsgrad bei der Gestaltung führt.

Vorteilhaft ist das zumindest eine stromführende Bauteil eine Ableitfahne und/oder ein Ableiter.

Eine Ableitfahne und/oder ein Ableiter sind stromführende Bauteile, die zum Einführen in bzw. Ableiten von Ladungsträgern aus der Elektrodenbaugruppe dienen.

Beispielsweise verhindert die Isolation von Ableitern bei Pouchzellen ungewollten elektrischen Kontakt zur Alu-Zwischenlage der Pouchfolie sowie zu einer gegebenenfalls eingesetzten metallischen Kühlplatte, die auf die Verbinder der Zellen zur Temperierung der Zelle gepresst wird.

Vorteilhaft ist das zumindest eine Bauteil ein Formteil einer Umhüllung, insbesondere einer Schale, oder ein Siegelrahmen.

Eine Umhüllung im Sinne der Erfindung ist eine Einrichtung, welche auch den Austritt von Chemikalien aus dem Elektrodenstapel in die Umgebung verhindert. Weiter kann die Umhüllung die chemischen Bestandteile des Elektrodenstapels vor unerwünschter Wechselwirkung mit der Umgebung schützen. Beispielsweise schützt die Umhüllung den Elektrodenstapel vor dem Zutritt von Wasser oder Wasserdampf aus der Umgebung. Die Umhüllung kann folienartig ausgebildet sein. Die Umhüllung soll den Durchtritt von Wärmeenergie möglichst wenig beeinträchtigen. Vorliegend weist die Umhüllung wenigstens zwei Formteile auf. Vorzugsweise schmiegen sich die Formteile wenigstens teilweise an einen Elektrodenstapel an.

Ein Formteil im Sinne der Erfindung ist ein Festkörper zu, welcher an die Gestalt des Elektrodenstapels angepasst ist. Unter Umständen gewinnt ein Formteil erst in Zusammenarbeit mit einem weiteren Formteil oder dem Elektrodenstapel seine Form. Im Fall eines quaderförmigen Elektrodenstapels können die Formteile im Wesentlichen rechteckig zugeschnitten sein. Dabei sind einige Abmessungen des Formteils vorzugsweise größer als bestimmte Abmessungen des Elektrodenstapels gewählt. Wenn zwei Formteile um den Elektrodenstapel gelegt werden, so ragen die Formteile teilweise über den Elektrodenstapel hinaus und bilden teilweise einen überstehenden Rand. Ein Randbereich eines Formteiles berührt dabei vorzugsweise einen Randbereich eines weiteren Formteils, vorzugsweise flächig. Beispielsweise ist ein Formteil als ebene Platte ausgebildet, während ein weiteres Formteil sich um den Elektrodenstapel an das erste Formteil schmiegt.

Ein Formteil für Elektrodenwickel ist bevorzugt zylindrisch ausgebildet, wobei die Krümmung wenigstens eines Formteils einer zylindrischen Umhüllung an den Radius eines Elektrodenwickels angepasst ist.

Ein Formteil weist eine höhere Wärmeleitfähigkeit als die übrigen Formteile auf und berührt den Elektrodenstapel teilweise und wärmeleitend. Abhängig von einem Temperaturunterschied zwischen dem Formteil und dem Elektrodenstapel wird Wärmeenergie aus dem Elektrodenstapel heraus oder in diesen Elektrodenstapel hinein übertragen.

Im Sinne der Erfindung ist unter Umschließen zu verstehen, dass ein Formteil bereichsweise in Berührung mit einem zweiten Formteil gebracht werden kann. Dabei kommt der Elektrodenstapel zwischen den beteiligten Formteilen zu liegen. Die wenigstens zwei

Formteile berühren sich bereichsweise flächig, vorzugsweise wenigstens entlang einer begrenzenden Kante bzw. eines Randbereichs eines beteiligten Formteils.

Ein Siegelrahmen im Sinne der vorliegenden Erfindung versiegelt die Teile einer Schale der Rahmenflachzelle, so dass diese wasserdicht und/oder luftdicht verschlossen ist.

Sind die Formteile der Umhüllung mit einer isolierenden Beschichtung versehen, so ist im Inneren keine Isolation zur Elektrodenbaugruppe hin erforderlich. Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang eine Beschichtung auf ihrer gesamten Oberfläche. Eine Beschichtung der Außenseite der Umhüllung sorgt dafür, dass der elektrochemische Energiespeicher auch nach Außen hin nicht zusätzlich isoliert werden muss. Insbesondere kann bei einer Kühlung des elektrochemischen Energiespeichers durch Pressen auf eine metallische Kühlplatte auf eine Wärmeleitfolie etc. zur Isolation verzichtet werden.

Durch den Einsatz einer elektrisch isolierenden Beschichtung, die bei einem stoffschlüssigen Zusammenfügen mit einem zweiten Bauteil aufbrechbar ist, können die Bauteile kostengünstig auf ihrer gesamten Oberfläche beschichtet werden; eine Abdeckung der Anbindungsstellen, eine partielle Beschichtung oder eine mechanische Nacharbeit ist nicht erforderlich. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen:

Werden die Ableitfahnen der Elektrodenbaugruppen mittels (Ultraschall-)Schweißung an die Seitenwände der Schalen oder an Ableiter zur elektrischen Kontaktierung angebunden, so wird die isolierende Beschichtung partiell aufgebrochen. Auf diese Weise wird eine elektrische Kontaktierung ohne einen zusätzlichen Arbeitsschritt einer Abdeckung der Isolation an der Kontaktstelle gewährleistet.

Werden elektrochemische Energiespeicher durch Verschweißung von gegebenenfalls vorhandenen Kühlfahnen untereinander kontaktiert, sorgt auch in diesem Fall die (Ultraschall-)Schweißung für ein partielles Aufbrechen der isolierenden Beschichtung und damit für eine gute elektrische Kontaktierung ohne zusätzlichen Aufwand.

Der Verschluss eines elektrochemischen Energiespeichers kann durch Verbindung der beiden Formteile der Umhüllung durch einen Heißsiegelvorgang erfolgen. Hierbei wird der im Flanschbereich der Formteile angeordnete Siegelrahmen aus Kunststoff (vorzugsweise säuremodifiziertes Polypropylen mit einlaminiertem Vlies höherer Schmelztemperatur

zur Sicherstellung des Mindestabstands zwischen den Schalen und damit der elektrischen Isolation) mit niedriger Schmelztemperatur in der Heißpresse partiell aufgeschmolzen. Bei Erstarrung des Siegelrahmens bei fallender Temperatur und unter Druck werden die beiden Schalen miteinander verbunden. Eine isolierende Beschichtung stellt hierbei eine gute Haftung des Siegelrahmens auf den Formteilen, insbesondere auf Aluminiumteilen, sicher und ist korrosionsbeständig gegenüber einem gegebenenfalls bei diesem Prozess eingesetzten Elektrolyt.

Vorteilhaft weist der Teil der Schale Kühlfahnen auf.

Eine Kühlfahne im Sinne der Erfindung ist jede Art von Fortsatz einer Umhüllung eines elektrochemischen Energiespeichers, der zum Ableiten von Wärme dient.

Vorteilhaft ist die elektrisch isolierende Beschichtung eine anorganische Schicht, insbesondere eine anorganische Schicht hergestellt nach dem Eloxalverfahren.

Eine anorganische Schicht im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Oxidschicht oder eine zusätzliche Schicht, welche auf die Bauteile aufgetragen wird. Vorzugsweise können hier keramische Schichten (z.B. Oxidkeramiken wie Al_2O_3 oder ZrO_2 oder Keramiken wie Si_2N_3 , SiO_2) aufgebracht werden, wobei wegen der hohen Schmelzpunkte der verwendeten Werkstoffe vorzugsweise die Plasma-Beschichtung (PVD) oder die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) zum Einsatz kommen.

Eine solche isolierende Beschichtung ermöglicht die Einstellung üblicher elektrischer Übergangswiderstände der verbundenen Teile von $<0,2\text{m}\Omega$, vorzugsweise $0,05\text{m}\Omega$.

Anorganische isolierende Beschichtungen verhindern ungewollten Stromfluss und benötigen keinen zusätzlichen Bauraum. ferner werden diese im Bereich einer Schweißstelle besonders zuverlässig aufgebrochen/zerstört und sind temperaturbeständig, so dass die Isolation auch bei einem Batteriebrand erhalten bleibt.

Insbesondere bei einer Eloxierung wird die Sicherheit (Berührschutz bei Montage, Kurzschluss bei Verformung der Batterie durch Crash) erhöht, da die Eloxierung eine sehr feste Verbindung mit der Oberfläche des isolierten Bauteils eingeht und sich bei einer mechanischen Verformung des Bauteils mitverformt.

Vorteilhaft ist der elektrochemische Energiespeicher eine Rahmenflachzelle, eine Rundzelle, eine prismatische Hardcase-Zelle oder eine Pouchzelle.

Eine Rahmenflachzelle im Sinne der Erfindung umfasst zwei zueinander parallele als Zellpole dienende Formteile, sogenannte Hüllbleche, die durch einen Siegelrahmen, insbesondere ein Kunststoffrahmen, voneinander getrennt sind.

Eine Rundzelle im Sinne der Erfindung besteht aus einzelnen aufeinander geschichteten Schichten, die anschließend um einen Dorn aufgewickelt werden. Der zylindrische Zellwickel wird in ein festes Gehäuse als Umhüllung gepackt, das gleichzeitig auch den Ableiter für die positive Elektrode darstellt. Die negative Elektrode wird über den vom Gehäuse isolierten Deckel der Zelle kontaktiert.

Eine prismatische Hardcase-Zelle im Sinne der Erfindung ist eine gewickelte Zelle, bei welcher die Zellwickel flach gewickelt werden. Der dabei entstandene Flachwickel wird anschließend in ein prismatisches Gehäuse als Umhüllung gepackt.

Eine Pouchzelle im Sinne der Erfindung besitzt kein festes Gehäuse, sondern nur eine mit Aluminium beschichtete Kunststoffolie als Umhüllung.

Die obigen Definitionen und Vorteile gelten entsprechend auch für die erfindungsgemäße Batterie und das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines elektromagnetischen Energiespeichers.

Vorteilhaft ist bei einer erfindungsgemäßen Batterie das zumindest eine erste Bauteil ein Verbinder, mit welchem der elektrochemische Energiespeicher mit zumindest einem weiteren elektrochemischen Energiespeicher verbindbar ist.

Dies verhindert ungewollten elektrischen Kontakt zu einer gegebenenfalls vorhandenen Alu-Zwischenlage sowie zu einer gegebenenfalls eingesetzten metallischen Kühlplatte, die auf die Verbinder der Zellen zur Temperierung der Zelle gepresst werden.

Vorteilhaft geschieht das Fügen in der Weise, dass die isolierende Beschichtung aufgebrochen wird. Besonders vorteilhaft geschieht das Aufbrechen durch einen Schweißvorgang, insbesondere unter Benutzung eines US-Schweißwerkzeugs.

Ein US-Schweißwerkzeug im Sinne der Erfindung besteht aus einem Amboss und Sonotrode, so dass eine Schweißstelle mittels Ultraschallschweißen verwirklicht werden kann.

Schweißstellen durchbrechen bzw. verschieben die isolierende Beschichtung, insbesondere eine Oxidschicht wie bei der Eloxalbeschichtung, besonders zuverlässig, so dass ein sehr guter elektrischer Kontakt ermöglicht wird.

Obige sowie weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen.

Darin zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines elektrochemischen Energiespeichers gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung in Explosionsansicht,
- Figur 2 eine schematische Darstellung eines elektrochemischen Energiespeichers gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines Teils einer Schale eines elektrochemischen Energiespeichers gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 4 eine schematische Darstellung der Verbindung der Leiterbahnen und der Schale eines elektrochemischen Energiespeichers gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 5 ein Querschnitt durch einen elektrochemischen Energiespeicher gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,

- Figur 6 eine schematische Darstellung einer Batterie mit zwei elektrochemischen Energiespeichern gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 7 ein Querschnitt durch eine Batterie mit zwei elektrochemischen Energiespeichern gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 8 eine schematische Darstellung einer Batterie mit einer Kühlplatte 13 aus elektrochemischen Energiespeichern gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 9 eine schematische Darstellung eines Verbinders 14,
- Figur 10 eine schematische Darstellung einer Batterie mit elektrochemischen Energiespeichern einer zweiten Ausführungsform der Erfindung und Verbindern,
- Figur 11 eine schematische Darstellung eines elektrochemischen Energiespeichers gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung in Explosionsansicht,
- Figur 12 eine schematische Darstellung eines elektrochemischen Energiespeichers gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 13 ein Querschnitt durch den oberen Teil eines Energiespeichers gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 14 eine schematische Darstellung einer Batterie mit zwei elektrochemischen Energiespeichern gemäß der dritten Ausführungsform in Explosionsansicht,
- Figur 15 eine schematische Darstellung einer Batterie mit Energiespeichern gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung, und
- Figur 16 eine schematische Darstellung einer Batterie mit einer Kühlplatte und elektrochemischen Energiespeichern gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung.

Bezug nehmend auf die Figuren 1 bis 8 wird eine erste Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Die Erfindung wird dabei anhand einer Rahmenflachzelle als elektrochemischer Energiespeicher beschrieben.

Bei allen dargestellten Ausführungsformen handelt es sich jedoch nur um bevorzugte Ausführungsformen, deren konkrete Ausgestaltungen keine Beschränkungen auf den Schutzbereich der Erfindung haben.

Figur 1 zeigt die erste Ausführungsform gemäß der Erfindung in Explosionsansicht. Die Rahmenflachzelle weist zwei Formteile 7a, 7b auf, welche im zusammengesetzten Zustand eine Schale als Umhüllung der Rahmenflachzelle bilden. Diese Schale wird bevorzugt durch einen Siegelrahmen 8 versiegelt. Im Inneren der Schale befindet sich eine Elektrodenbaugruppe 2, welche über Ableiter 6 be- und entladen wird.

In Figur 2 ist der elektrochemische Energiespeicher 1 im zusammengesetzten Zustand dargestellt. Daher sind nur noch die beiden Formteile 7a, 7b sichtbar, welche die Schale zur Aufnahme der Elektrodenbaugruppe 2 bilden.

Wie in Figur 3 im Querschnitt eines Teils der Schale 7a, 7b gezeigt, weist zumindest ein Formteil 7a, 7b der Umhüllung eine elektrisch isolierende Beschichtung 3 auf.

Bei der elektrisch isolierenden Beschichtung 3 handelt es sich bevorzugt um eine anorganische Schicht, die nach dem sogenannten Eloxalverfahren erzeugt wird. Dabei wird die Oberfläche von Aluminium durch Eintauchen in einen Elektrolyten und Anlegen einer Spannung anodisch oxidiert. Durch Umwandlung des Grundwerkstoffs bildet sich eine Oxidschicht, die je nach Verfahren ungefähr 5 µm, bevorzugt 10 µm, besonders bevorzugt 15 µm, noch bevorzugter 20 µm, noch bevorzugter 25 µm und am bevorzugtesten 30 µm dick und im Wesentlichen elektrisch isolierend ist. Weiterhin bevorzugt handelt es sich bei der elektrisch isolierenden Beschichtung um ein keramisches Material (z. B. Oxidkeramiken Al_2O_3 oder ZrO_2 oder Keramiken wie Si_2N_3 , SiO_2), wobei in diesem Fall aufgrund der hohen Schmelzpunkte der verwendeten Werkstoffe vorzugsweise die Plasma-Beschichtung (PVD) oder die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) zum Einsatz kommen. Die keramischen Schichten können aber auch als zusätzliche Schicht, zum Beispiel über einer Eloxalschicht aufgebracht werden.

Bevorzugt ist auch der Einsatz von organischen Beschichtungen (dünn aufgetragene Kunststoffe, wie Polypropylen, Polyamid, PET, PTFE oder Lackierungen, die z. B. mit kathodischer Tauchlackierung aufgebracht werden) möglich. Für Flächen, welche sich nach dem Zusammensetzen der Rahmenflachzelle im Inneren befinden, sind bevorzugt Beschichtungen aus PP geeignet, da dieser Werkstoff elektrolytbeständig ist und insbesondere mit einer speziellen Aminosäuremodifikation eine gute Verbindung mit Metallen eingeht.

Die Formteile 7a, 7b einer Rahmenflachzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform bestehen bevorzugt aus Metall, besonders bevorzugt aus Aluminium.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch einen Randabschnitt einer zusammengesetzten Rahmenflachzelle gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Rahmenflachzelle ist durch die Verbindung der beiden Formteile 7a, 7b mittels eines Heißsiegelvorgangs verschlossen. Hierbei wird der im Flanschbereich der Formteile 7a, 7b angeordnete Siegelrahmen 8, welcher vorzugsweise aus Kunststoff besteht, mit niedriger Schmelztemperatur in einer Heißpresse partiell aufgeschmolzen. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Kunststoff um ein säuremodifiziertes Polypropylen mit einlaminiertem Vlies und erhöhter Schmelztemperatur zur Sicherstellung des Mindestabstands zwischen den Formteilen 7a, 7b (und damit der elektrischen Isolation). Durch die Erstarrung des Siegelrahmens 8 bei fallender Temperatur und Unterdruck werden die beiden Formteile 7a, 7b miteinander verbunden.

Die Ableitfahnen 7a, 7b der Elektrodenbaugruppe sind bevorzugt mit den Wänden der Formteile 7a, 7b in der Weise verbunden, dass jeweils ein Formteil 7a, 7b als elektrischer Pol dienen kann. Die Verbindung erfolgt bevorzugt durch eine Ultraschallschweißung, kann aber durch jedes andere Schweißverfahren erfolgen. Durch das Verschweißen wird die isolierende Beschichtung partiell aufgebrochen und somit eine gute elektrische Kontaktierung zwischen den Ableitfahnen 5a, 5b und den Formteilen 7a, 7b erreicht.

Die genannten Beschichtungen und Schweißverfahren ermöglichen die Einstellungen üblicher elektrischer Übergangswiderstände der verbundenen Bauteile, im vorherigen die Formteile 7a, 7b und die Ableitfahnen 5a, 5b von weniger als 0,2 mOhm, bevorzugt von weniger als 0,05 mOhm.

Figur 5 zeigt eine Rahmenflachzelle 1 im Querschnitt. Wie aus Figur 5 ersichtlich ist, weist die Rahmenflachzelle 1 an zumindest einer Seite, bevorzugt an jener, an welcher die Rahmenflachzelle durch den Siegelrahmen 8 verschlossen ist, Kühlfahnen 10a, 10b, 10c, 10d auf. Wärme kann so aus der Elektrodenbaugruppe 2 über die Ableitfahnen 5a, 5b, die Schweißstelle 9 und einen Teil der Schale 7a, 7b zu den Kühlfahnen 10a, 10b, 10c, 10d geführt werden.

Figur 6 zeigt eine Batterie 11 mit zwei Rahmenflachzellen 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Jeweils angrenzende Formteile 7a, 7b der Rahmenflachzellen 1 werden miteinander an den Schweißstellen 9 verschweißt. Somit besteht eine Batterie aus parallel und/oder in Reihe geschalteten elektrochemischen Energiespeichern 1. Die Kühlfahnen 10a, 10b, 10c, 10d dienen dabei als Überlappungsbereiche für das Fügen der Rahmenflachzellen 1.

Bevorzugt wird die Fügung geschweißt, besonders bevorzugt mittels eines US-Schweißwerkzeugs 4 aus Amboss 4a und Elektrode 4b. . Figur 7 zeigt eine weitere Ansicht einer Batterie 11 gemäß dieser Ausführungsform der elektrochemischen Energiespeicher 1 im Querschnitt. Besonders deutlich wird in dieser Ansicht die besonders platzsparende Anordnung der einzelnen elektrochemischen Energiespeicher 1 nach Verschweißung.

Wie in den Figuren 5 und 7 ersichtlich wird, sind die Kühlfahnen 10a, 10 b der Formteils 7a bevorzugt jeweils versetzt zu den Kühlfahnen 10c, 10d des Formteils 7b angeordnet. Ist dies der Fall, können einzelne elektrische Energiespeicher 1 in der Weise zu einer Batterie zusammengesetzt werden, dass die von den Kühlfahnen 10a gebildete obere Außenfläche in Fig. 7 und die von den Kühlfahnen 10d gebildete untere Außenfläche, siehe hierzu auch Fig. 9, jeweils eine ebene obere bzw. untere Stirnfläche bilden. Hierdurch kann erreicht werden, dass alle Kühlfahnen 10a, 10b, 10c, 10d, die nach dem Zusammenfügen der Rahmenflachzellen außen liegen, in Kontakt mit einer ebenen Kühlplatte 12 kommen.

Wie in Figur 8 dargestellt, kann eine Batterie 11 nämlich bevorzugt durch eine metallische Kühlplatte 12 gekühlt werden. Diese ist bevorzugt in Kontakt mit den Kühlfahnen 10a, 10c und/oder 10b, 10d an den Stirnseiten der Batterie. Bevorzugt ist auch die metallische Kühlplatte 12 mit einer erfindungsgemäßen isolierenden Beschichtung 3 versehen, so dass sicher gestellt wird, dass zwischen der Schale 7a, 7b und der Kühlplatte 12 keine

elektrische Verbindung vorliegt. Bevorzugt weist die metallische Kühlplatte 12 Öffnungen 13 auf, so dass die Kühlplatte 12 von einem Kühlfluid durchströmt werden kann.

Bezug nehmend auf die Figuren 9 und 10 wird eine zweite Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Die Erfindung wird dabei am Beispiel einer prismatischen Hardcase-Zelle beschrieben.

Bei prismatischen Hardcase-Zellen 1 sind die entgegengesetzten elektrischen Pole bevorzugt jeweils an gegenüber liegenden Wänden einer Kante einer Hardcase-Zelle 1 angeordnet. Das heißt, um die prismatischen Hardcase-Zellen 1 mit oben liegenden Polen, wie in Figur 10 dargestellt, in einer Reihenschaltung zu kontaktieren, werden die Pole von aneinander angrenzenden prismatischen Hardcase-Zellen 1 mit einem Verbinder 14 miteinander verbunden. Gemäß dieser Ausführungsform sind die Verbinder 14, wie in Figur 9 dargestellt, mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 3 versehen. Hierbei eignen sich dieselben Beschichtungen 3, die für die erste Ausführungsform beschrieben wurden.

Besonders bevorzugt sind die eingesetzten Verbinder 14 dabei aus Aluminium und über ihre gesamte Oberfläche eloxiert. Nach dem Aufpressen der Verbinder 14 auf die prismatischen Hardcase-Zellen 1 werden diese bevorzugt mit den Polen der prismatischen Hardcase-Zellen verschweißt. Besonders bevorzugt geschieht dies mittels eines Laserschweißverfahrens. Durch die Bewegung in der Schmelze beim Schweißen wird die Eloxierschicht 3 aufgebrochen, so dass ein rein metallischer Kontakt zwischen dem Pol der prismatischen Hardcase-Zelle 1 und dem Verbinder 14 hergestellt wird. Da die Verbinder 14 nach dem Zusammenfügen mit den prismatischen Hardcase-Zellen 1 außer im Bereich der Lasernähte 9 komplett isoliert sind, sind keine weiteren Bauteile zu deren elektrischer Abschirmung nötig.

In vorteilhafter Weise kann die zweite Ausführungsform mit der ersten Ausführungsform kombiniert werden. Insbesondere sind bevorzugt auch die Formteile 7a, 7b der prismatischen Hardcase-Zellen 1 der zweiten Ausführungsform mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 3 versehen.

Bezug nehmend auf die Figuren 11 bis 16 wird eine dritte Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Die Erfindung wird dabei am Beispiel einer Pouchzelle beschrieben.

Bei Pouchzellen 1 ist die Elektrodenbaugruppe 2 von einer folienartigen Verpackung umgeben, durch welche elektrische Anschlüsse in Blechform, so genannte Ableiter 6a, 6b geführt sind. In Figur 11 wird eine solche Pouchzelle 1 in Explosionsansicht dargestellt. Die Verpackung besteht bevorzugt aus zwei Formteilen 7a, 7b, die nach Fertigstellung der Elektrodenbaugruppe 2 mit Ableitfahnen 5a, 5b und Ableitern 6a, 6b um diese herum versiegelt werden. Die Ableiter 6a, 6b bestehen dabei bevorzugt aus einem Metall, insbesondere Aluminium, und sind mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 3, wie in Bezug auf die erste Ausführungsform der Erfindung beschrieben, versehen.

Bevorzugt kann aber auch nur ein Ableiter, der Pluspol 6b, aus Aluminium sein, während der andere Ableiter 6a, der Minuspol, aus Kupfer ist. In diesem Fall ist der Kupferableiter 6a bevorzugt mit einer dünnen PP-Schicht versehen. Dies sorgt für eine gute Anbindung an die folienartige Umhüllung durch die Formteile 7a, 7b, welche umlaufend in einem Heißsiegelvorgang verschweißt wird. Die Ableiterfahnen 5a, 5b werden bevorzugt jeweils mit den Ableitern 6a, 6b mit einem Schweißverfahren zusammengefügt. Besonders bevorzugt handelt es sich hierbei um eine Ultraschallschweißung, bei welcher die Oxid- bzw. PP-Schichten durchbrochen werden, so dass jeweils ein elektrischer Kontakt 9 zwischen den Ableitfahnen 5a, 5b und den Ableitern 6a, 6b hergestellt wird.

Figur 12 stellt eine Pouchzelle 1 in fertig gestelltem Zustand dar. Sichtbar ist auf diesem Bild nur noch ein Formteil bzw. die folienartige Umhüllung 7b sowie die Enden der Ableiter 6a, 6b.

Figur 13 zeigt den oberen Teil einer Pouchzelle 1 im Querschnitt. Die Schweißstelle 9 sorgt für den elektrischen Kontakt zwischen den Ableitfahnen 5a der Elektrodenbaugruppe 2 und dem Ableiter 6a. Der Ableiter 6a ragt dabei aus der folienartigen Umhüllung 7a, 7b heraus, so dass dieser von außerhalb kontaktiert werden kann.

Figur 14 zeigt eine Explosionsansicht einer Batterie 11 aus zwei Pouchzellen 1. Die Ableiter 6a, 6b der Pouchzellen 1, welche bevorzugt aus Metall und besonders bevorzugt aus Aluminium sind, verbinden die elektrischen Kontakte der Pouchzellen 1 über die Verbindler 14 im zusammengesetzten Zustand in Reihe und/oder in Serie. Bevorzugt sind die Ableiter 6a, 6b und/oder die Verbindler 14 mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 3 versehen. Somit ist weder zwischen den Ableitern 6a, 6b und der Aluminiumzwischenlage der folienartigen Verpackung 7a, 7b noch zwischen den Verbindern 14 und beispielsweise einer Kühlplatte 12 eine weitere elektrische Isolierung notwendig.

Figur 15 zeigt eine Batterie 11 mit einer Vielzahl von Pouchzellen 1, welche durch Verbindungen 14 in Reihe geschaltet sind.

Das Zusammenfügen der Ableiter 6a, 6b und der Verbindungen 14 wird bevorzugt mit einem US-Schweißwerkzeug 4 aus Amboss 4a und Elektrode 4b ausgeführt. Auch durch diese Verschweißung werden die jeweils elektrisch isolierenden Beschichtungen 3 durchbrochen, so dass ein guter elektrischer Kontakt 9 zwischen den Ableitern 6a, 6b und den Verbindungen 14 gewährleistet ist.

Wie in Figur 16 dargestellt, weist auch eine Batterie 11 gemäß der dritten Ausführungsform bevorzugt eine Kühlplatte 12 auf, welche zum Abführen der Wärme von der Batterie 11 dient. Wie in Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben, ist auch die Kühlplatte 12 bevorzugt mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 3 versehen und weist bevorzugt Öffnungen 13 auf, so dass diese mit einem Kühlfluid gekühlt werden kann.

In vorteilhafter Weise kann die dritte Ausführungsform mit der ersten und/oder zweiten Ausführungsform kombiniert werden. Insbesondere sind bevorzugt auch die Formteile 7a, 7b der Pouchzellen 1 der dritten Ausführungsform mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung 3 versehen.

Daimler AG

Bezugszeichenliste

1	Elektrochemischer Energiespeicher
2	Elektrodenbaugruppe
3	Isolierende Beschichtung
4	Schweißwerkzeug
4a	Amboss
4b	Elektrode
5a, 5b	Ableitfahne
6a, 6b	Ableiter
7a, 7b	Schalenteil
8	Siegelrahmen
9	Schweißstelle
10a, 10b, 10c, 10d	Kühlfahne
11	Batterie
12	Kühlplatte
13	Öffnung
14	Verbinder

Daimler AG

Patentansprüche

1. Elektrochemischer Energiespeicher (1) mit einer Elektrodenbaugruppe (2), insbesondere mit einer Lithium-Ionen-Zellchemie, wobei zumindest ein erstes Bauteil des elektrochemischen Energiespeichers (1) eine elektrisch isolierenden Beschichtung (3) aufweist, die bei einem stoffschlüssigen Zusammenfügen mit einem zweiten Bauteil aufbrechbar ist.
2. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine Bauteil ein stromführendes Bauteil des elektrochemischen Energiespeichers (1) ist.
3. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach Anspruch 2, wobei das zumindest eine stromführende Bauteil eine Ableitfahne (5a, 5b) und/oder ein Ableiter (6a, 6b) ist.
4. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zumindest eine Bauteil ein Formteil (7a, 7b) einer Umhüllung, insbesondere eine Schale, oder ein Siegelrahmen (8) ist.
5. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Formteil (7a, 7b) Kühlfahnen (10a, 10b, 10c, 10d) aufweist.
6. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch isolierende Beschichtung (3) eine anorganische

Schicht ist, insbesondere eine anorganische Schicht hergestellt nach dem Eloxyalverfahren.

7. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zumindest eine erste Bauteil die Beschichtung (3) auf seiner gesamten Oberfläche aufweist.
8. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zumindest erste Bauteil und das zweite Bauteil eine Schweißstelle (9) als Fügung aufweisen.
9. Elektrochemischer Energiespeicher (1) nach Anspruch 1, wobei dieser eine Rahmenflachzelle, eine prismatische Hardcase-Zelle oder eine Pouchzelle ist.
10. Batterie (11) mit einer Mehrzahl an elektrochemischen Energiespeichern (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.
11. Batterie (11) nach Anspruch 10, welche des Weiteren eine Kühlplatte (12), insbesondere eine Kühlplatte mit einer isolierenden Beschichtung (3), aufweist.
12. Batterie (11) nach Anspruch 10 oder 11, wobei das zumindest eine erste Bauteil ein Verbinder (14) ist, mit welchem der elektrochemische Energiespeicher (1) mit zumindest einem weiteren elektrochemischen Energiespeicher verbindbar ist.
13. Verfahren zum Herstellen eines elektrochemischen Energiespeichers (1), mit den folgende Schritten:
 - Bereitstellen einer Elektrodenbaugruppe (2);
 - Aufbringen einer elektrisch isolierenden Beschichtung (3), die bei einem stoffschlüssigen Zusammenfügen mit einem zweiten Bauteil aufbrechbar ist, auf zumindest ein erstes Bauteil des elektrochemischen Energiespeichers (1);
 - Zusammenfügen des zumindest einen ersten Bauteils und eines zweiten Bauteils.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Fügen in der Weise geschieht, dass die isolierenden Beschichtung (3) aufgebrochen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei das Fügen mittels eines Schweißvorgangs, insbesondere unter Benutzung eines Ultraschall-Schweißwerkzeugs (4), geschieht.

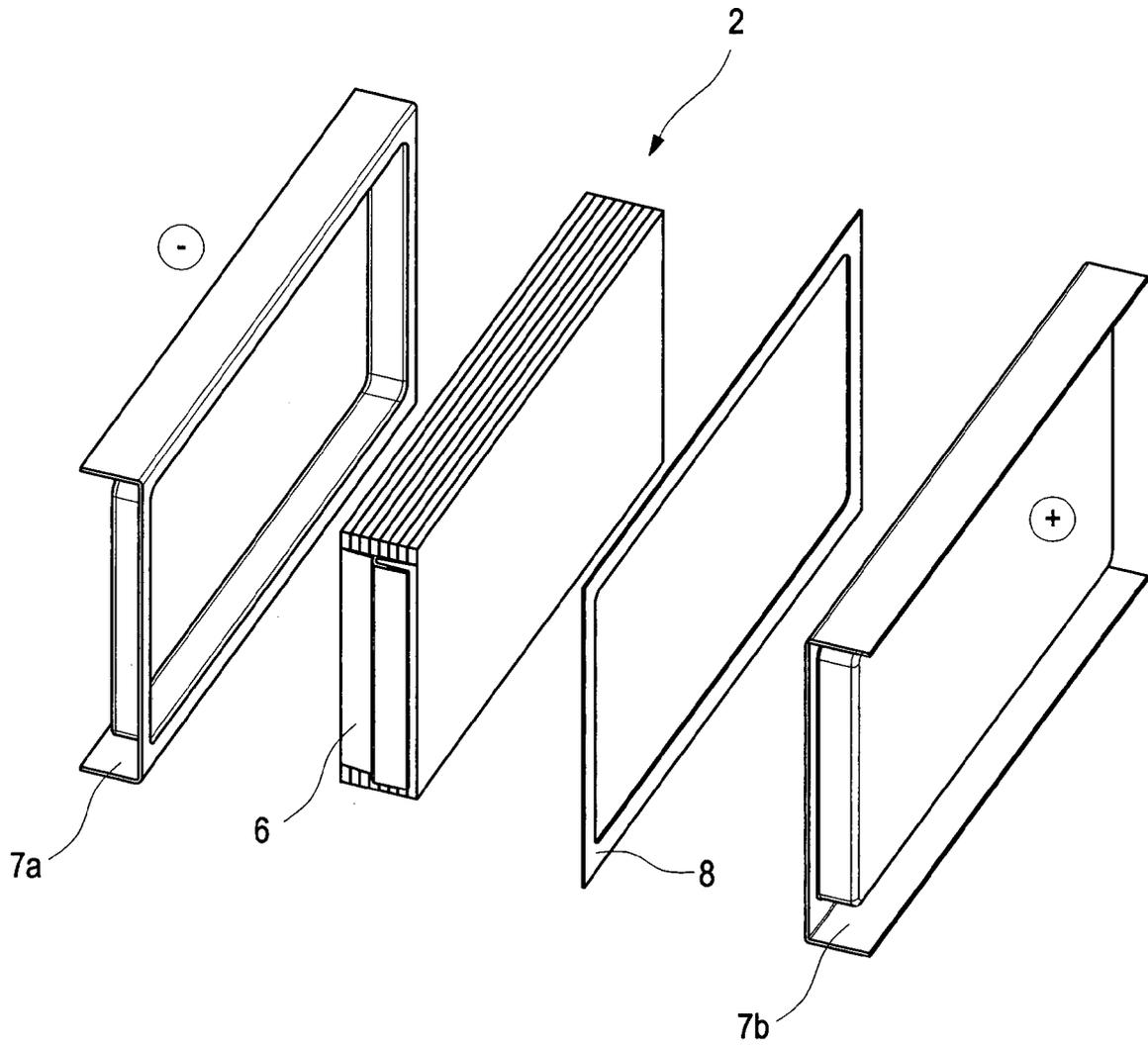


Fig. 1

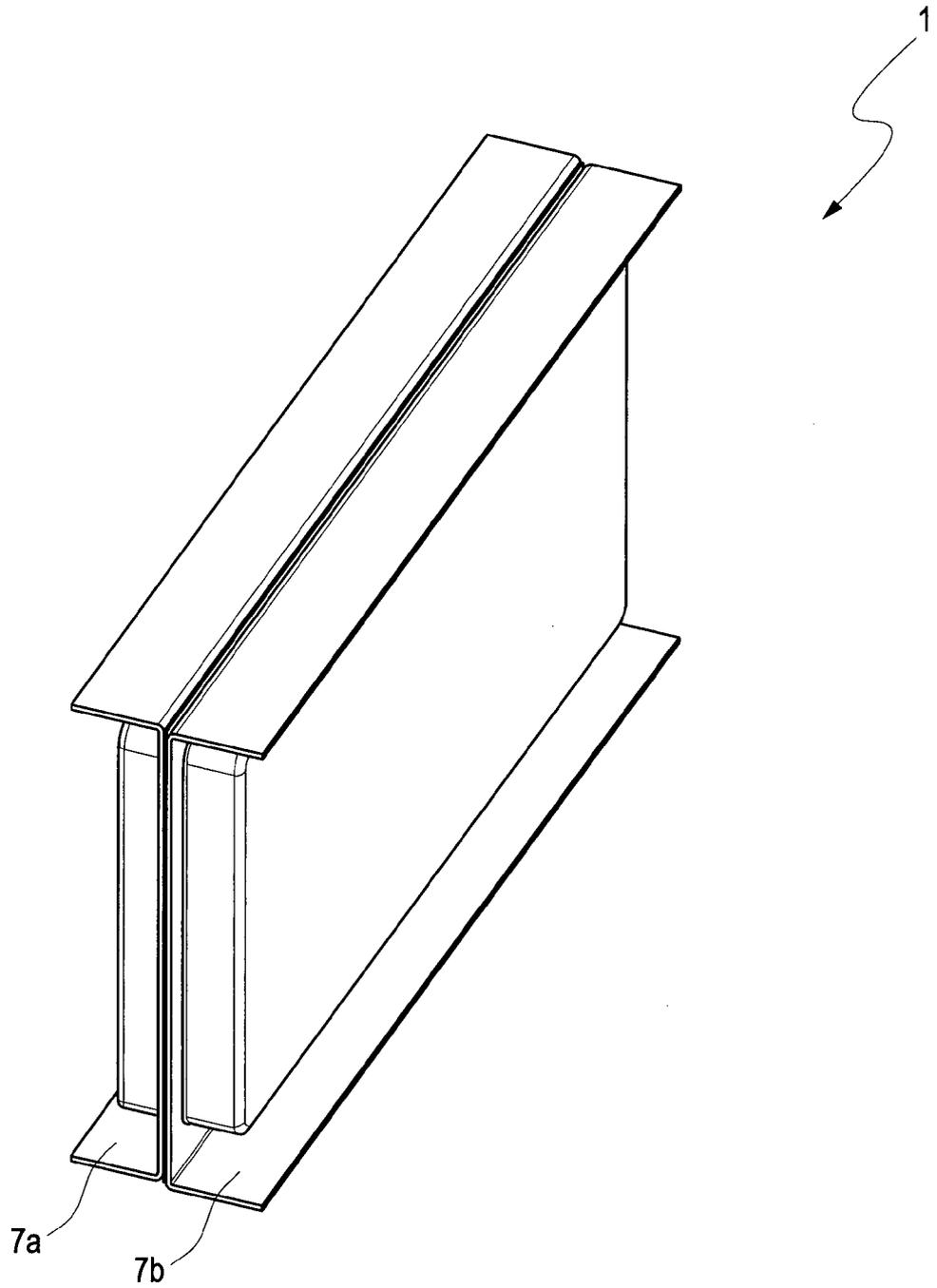


Fig. 2

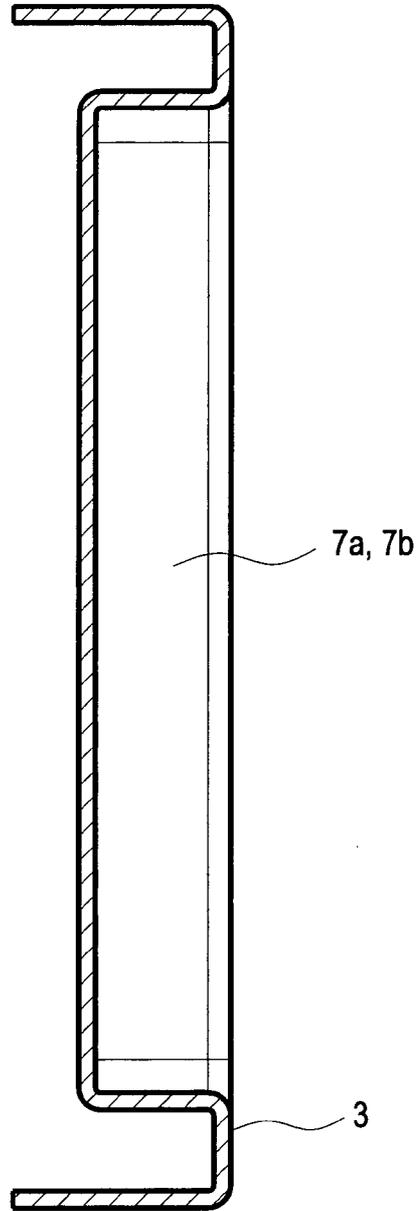


Fig. 3

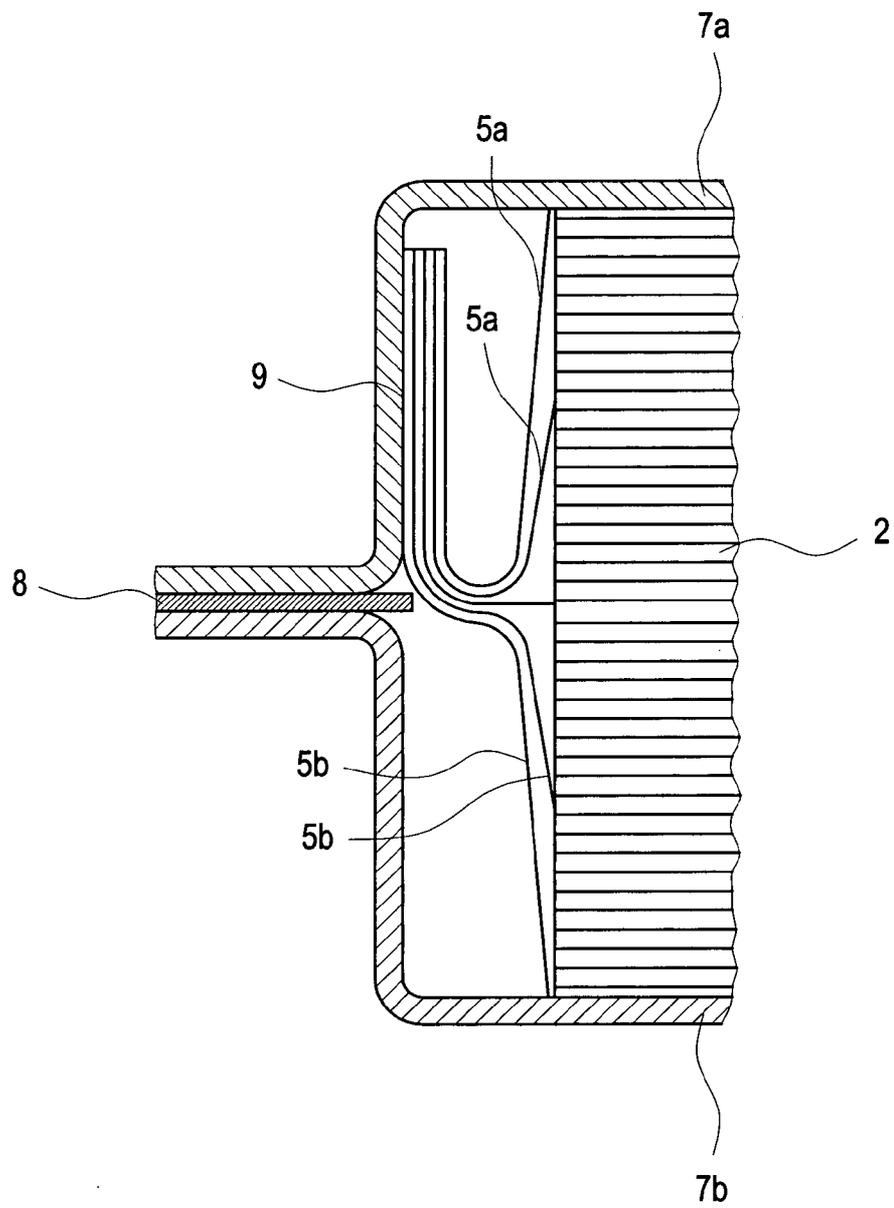


Fig. 4

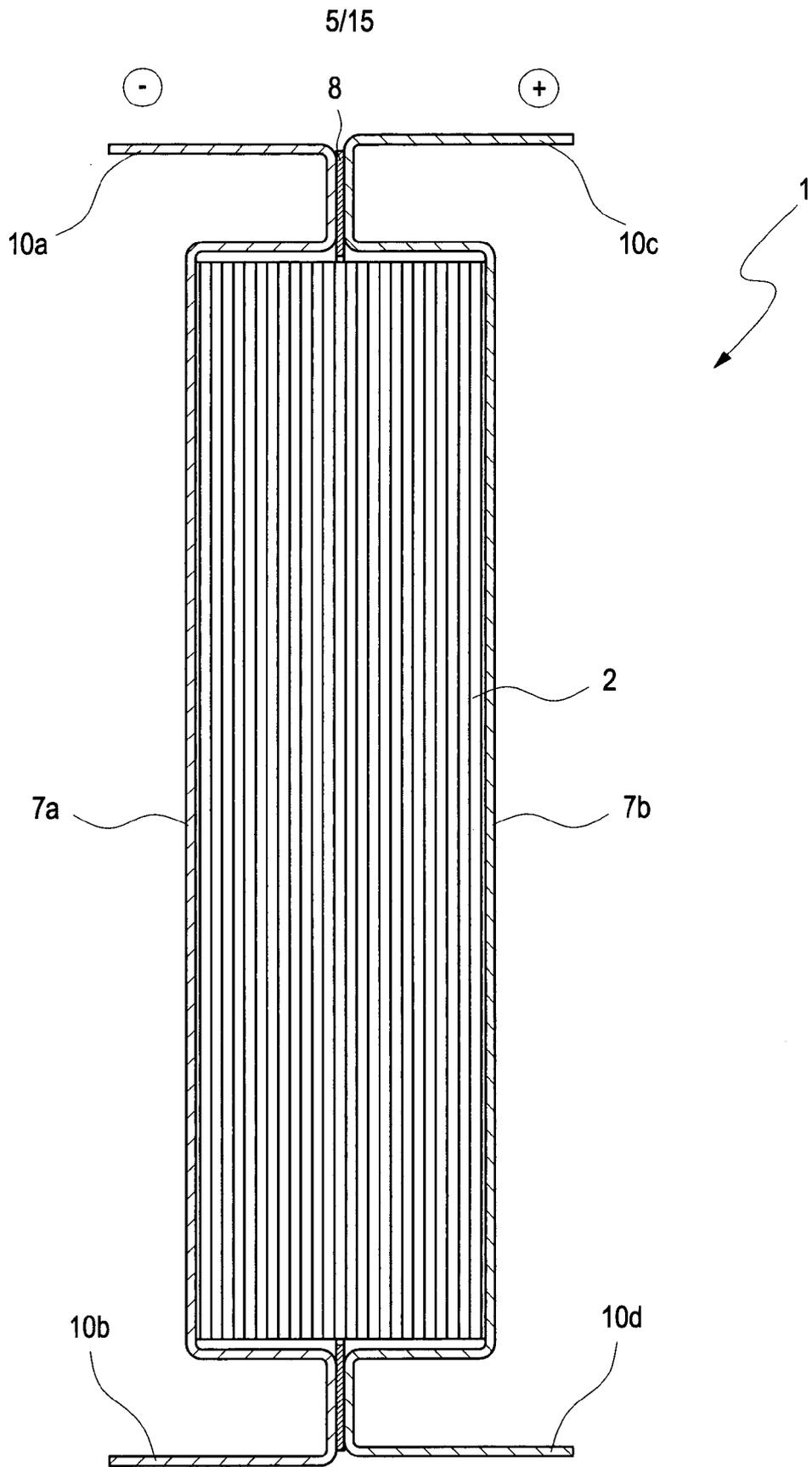


Fig. 5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

6/15

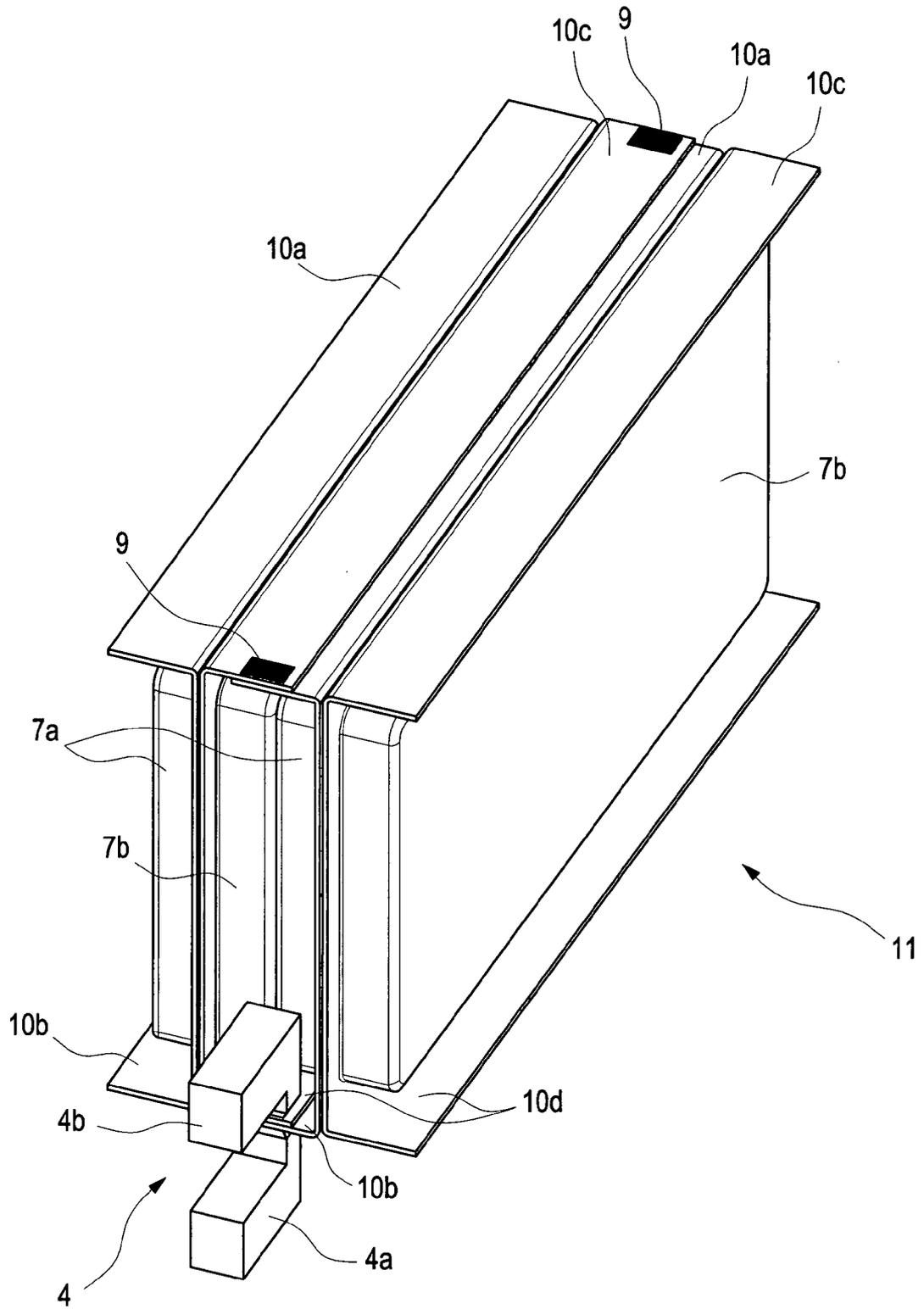


Fig. 6

7/15

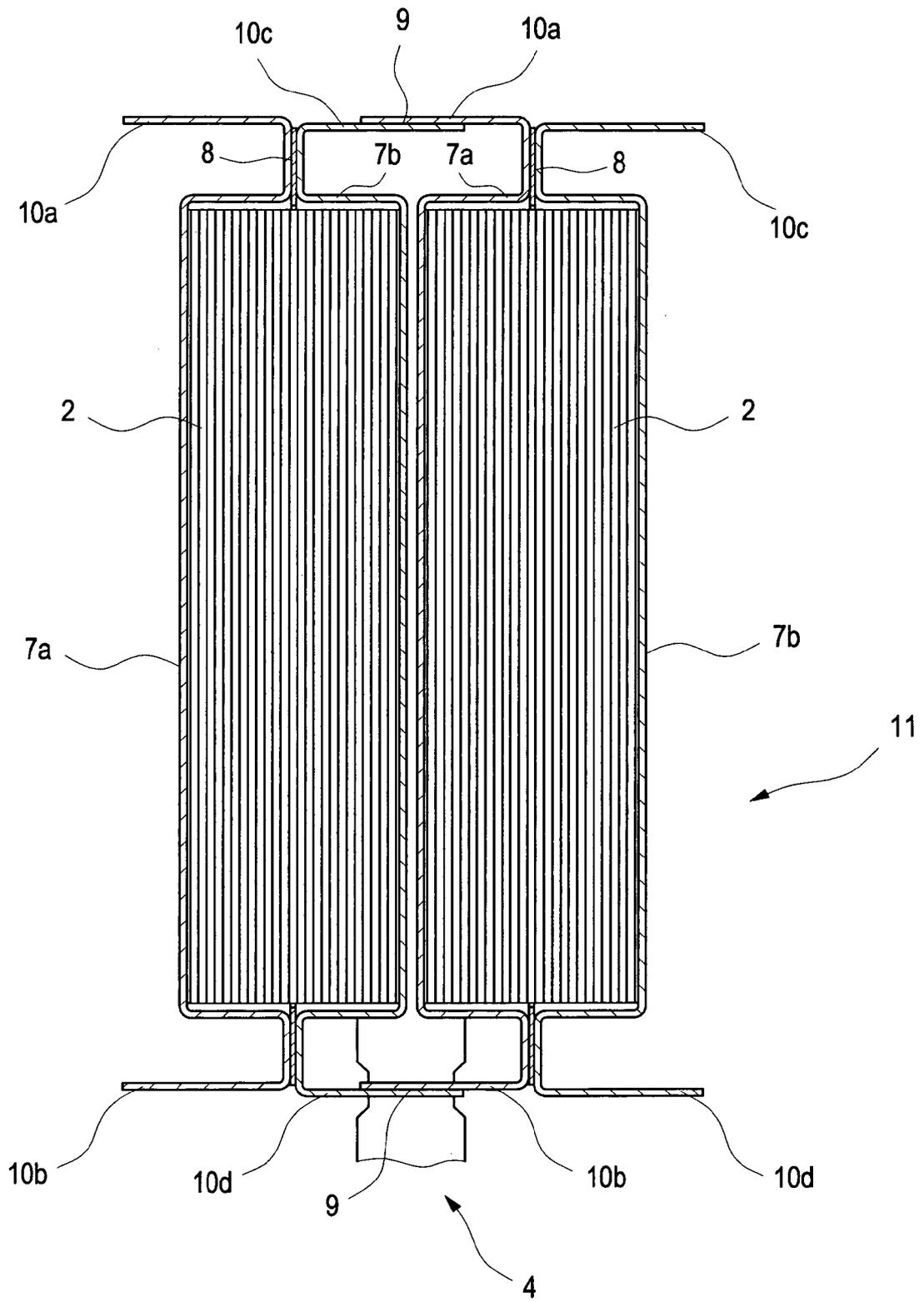


Fig. 7

8/15

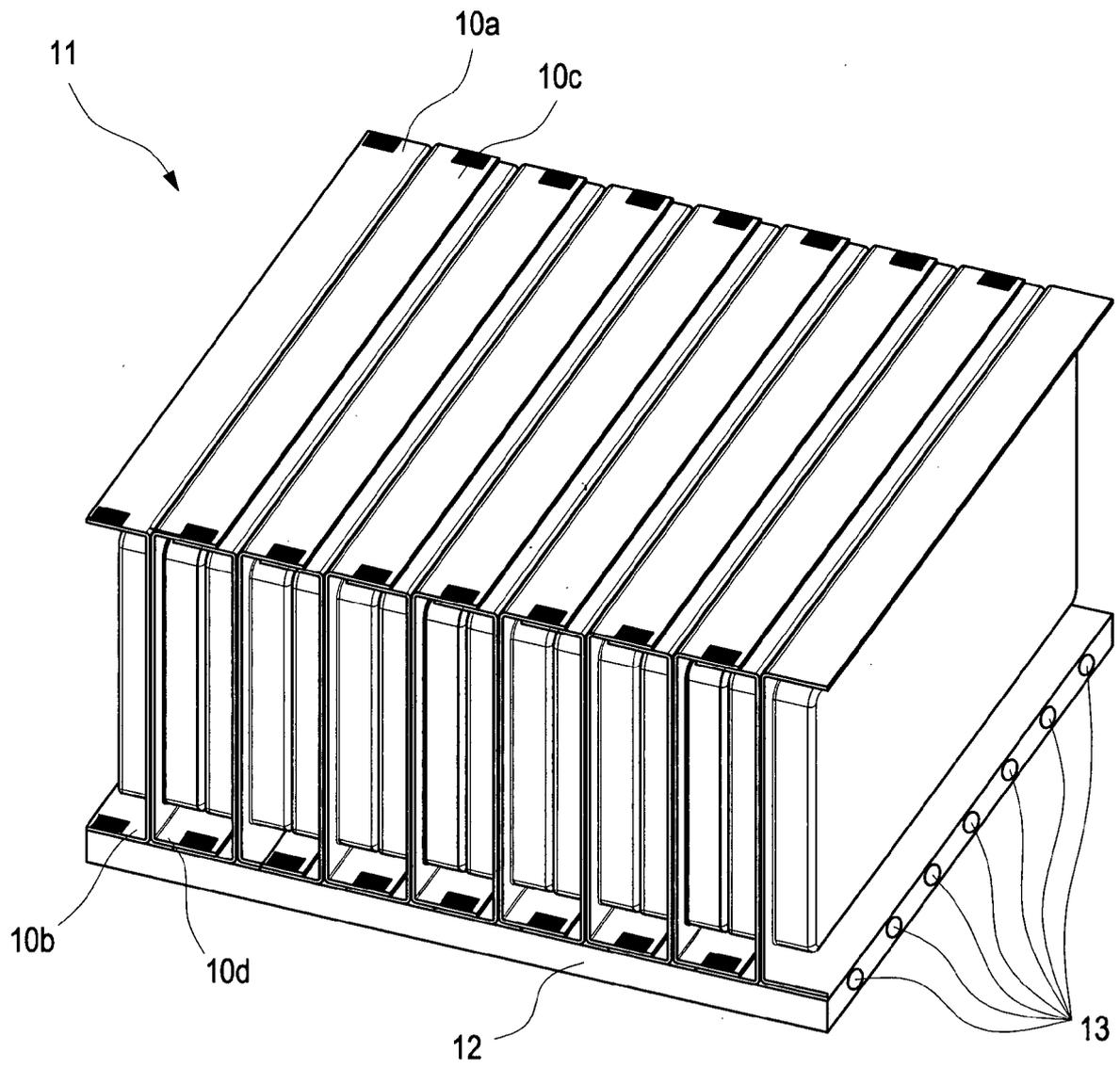


Fig. 8



Fig. 9

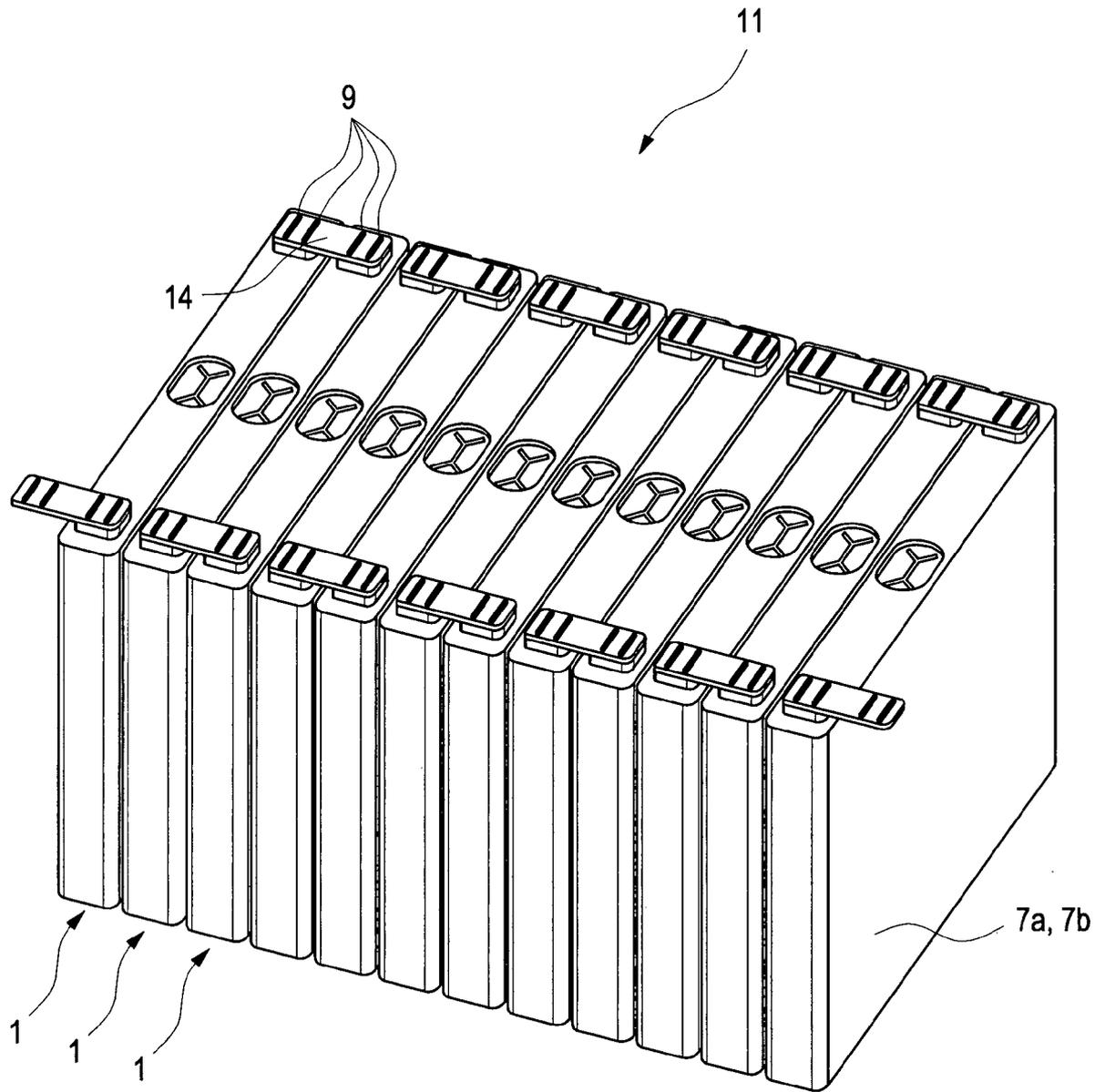


Fig. 10

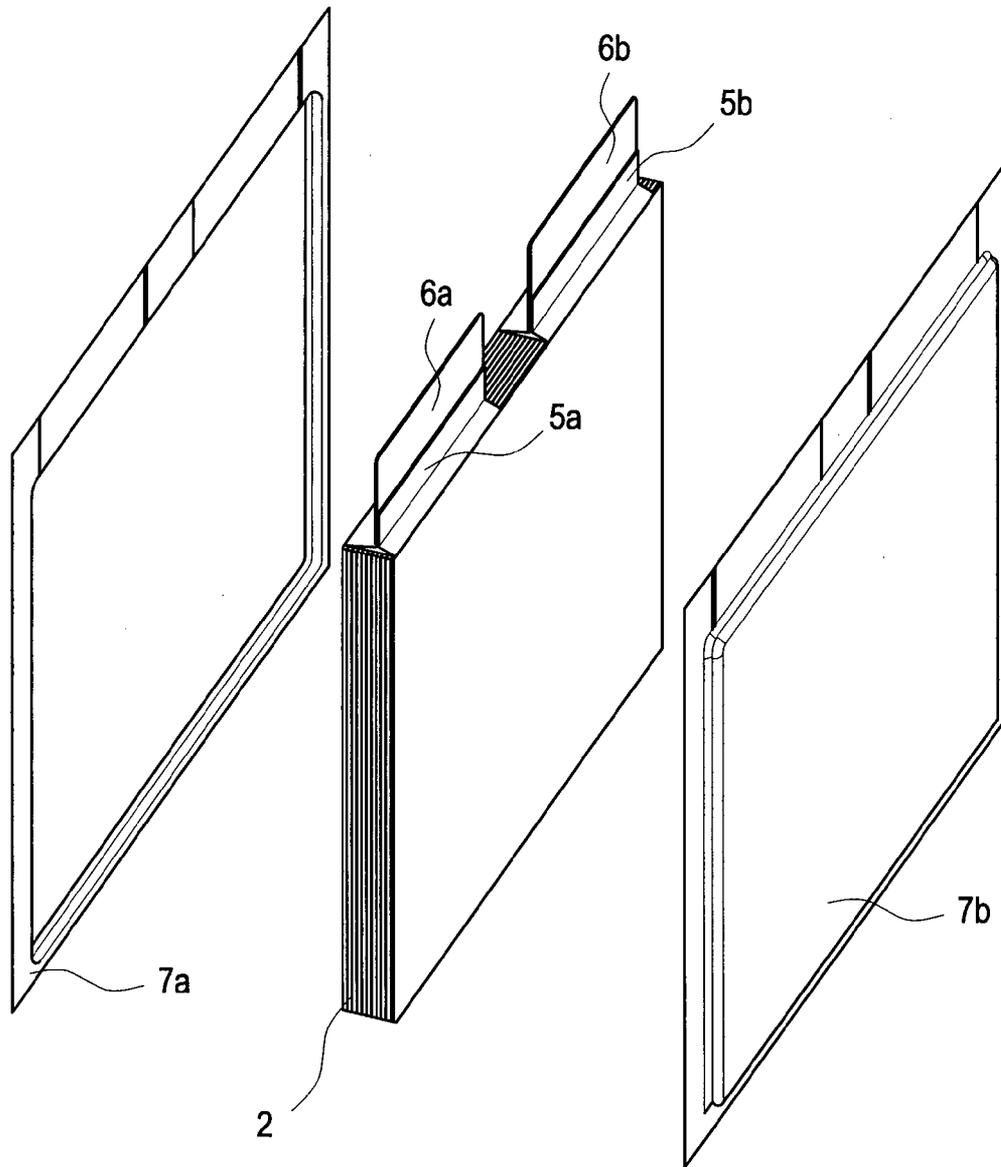


Fig. 11

11/15

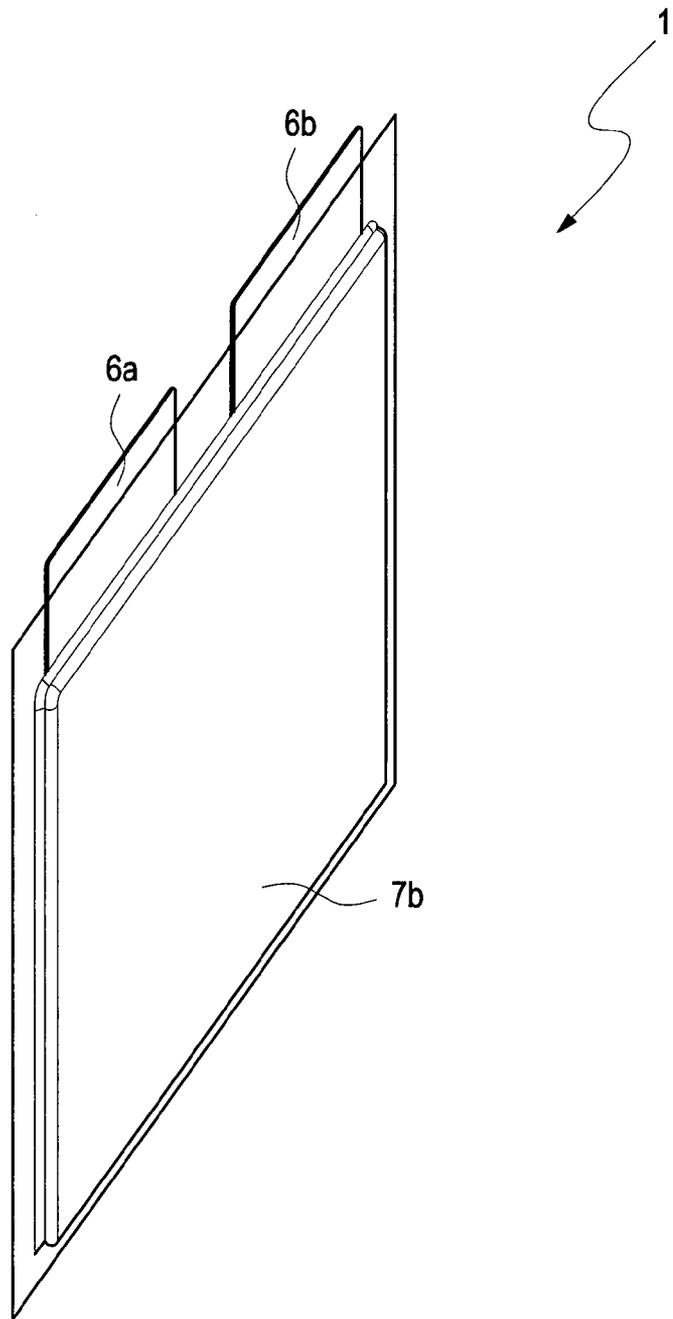


Fig. 12

12/15

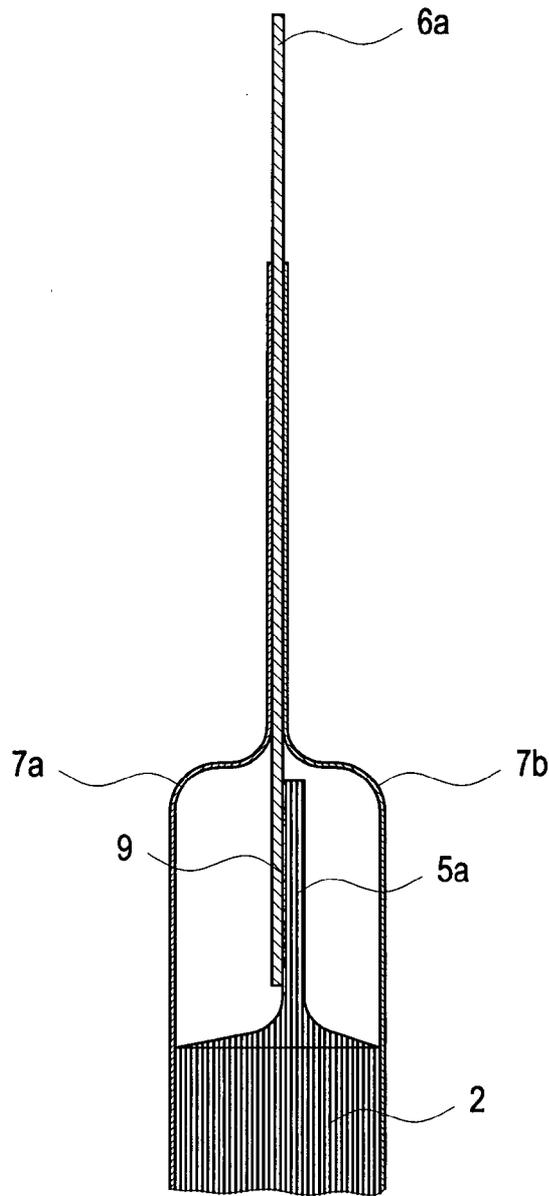


Fig. 13

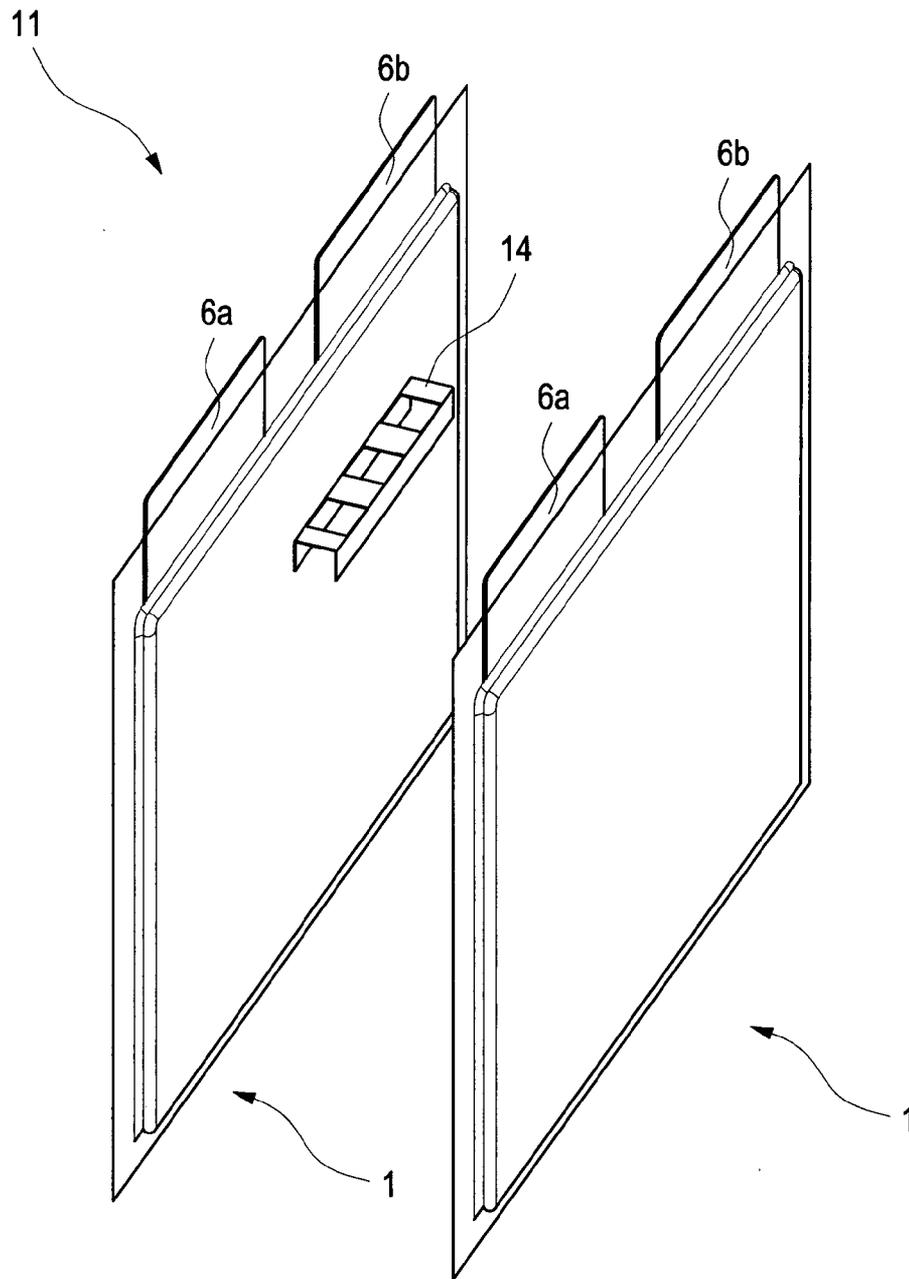


Fig. 14

14/15

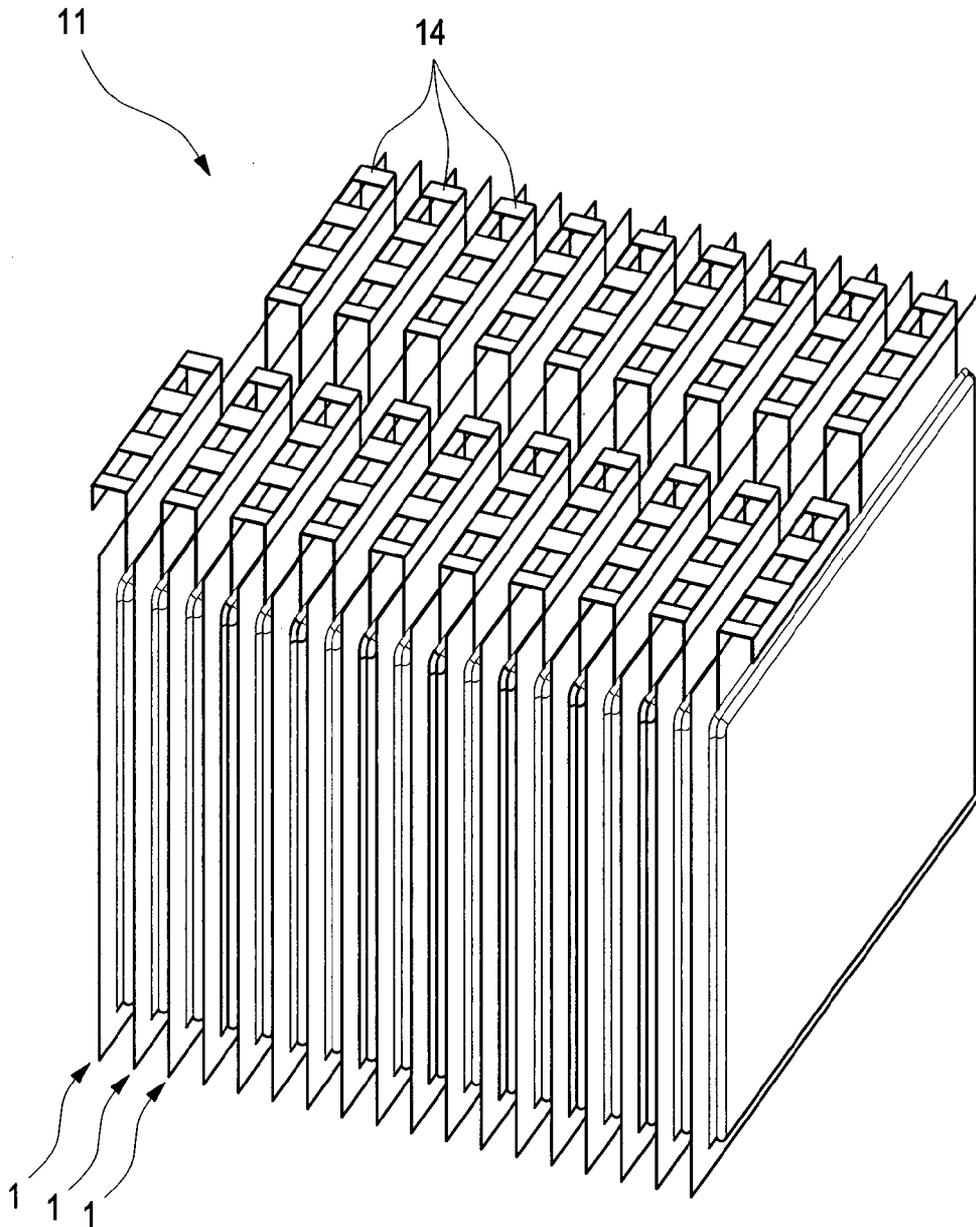


Fig. 15

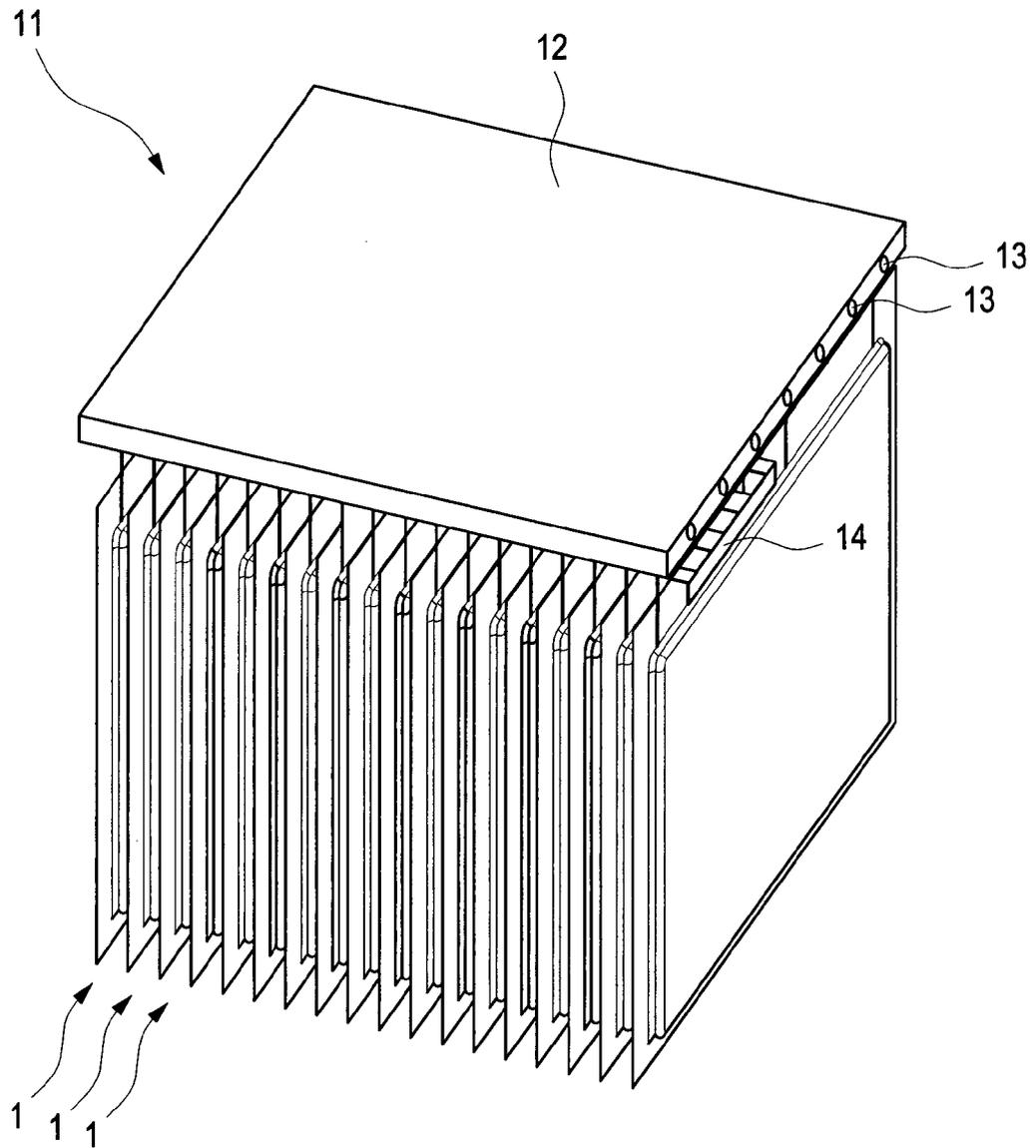


Fig. 16