



(10) **DE 10 2011 109 216 A1** 2013.02.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 109 216.5**

(22) Anmeldetag: **02.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **07.02.2013**

(51) Int Cl.: **H01M 2/02 (2011.01)**

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

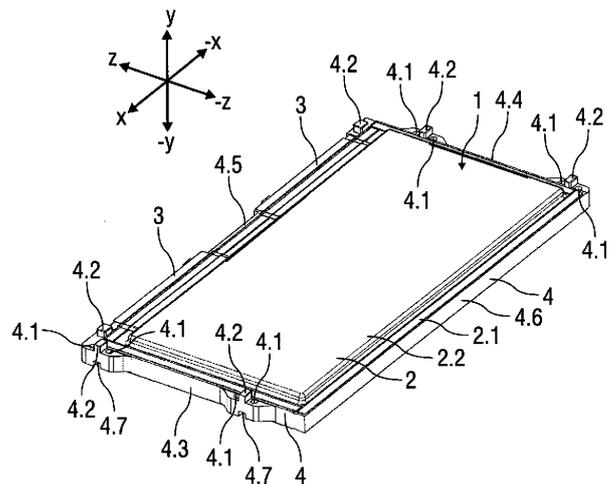
(72) Erfinder:

**Bachmann, Norbert, 73265, Dettingen, DE;
Meintschel, Jens, Dr.-Ing., 02994, Bernsdorf, DE;
Schröter, Dirk, Dr. Dipl.-Ing., 71364, Winnenden,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Rahmenelement für einen Zellverbund**

(57) Zusammenfassung: Ein Rahmenelement (4) zur Fixierung von Einzelzellen (1) in einem Zellverbund (5) ist als umlaufender Rahmen ausgeführt, welcher eine XZ-Ebene definiert. Das Rahmenelement (4) ist dazu geeignet, die Einzelzelle (1) in einem umlaufenden Randbereich (2.1) zu fixieren. Erfindungsgemäß weist das Rahmenelement (4) zumindest eine vorstehende Haltenase (4.2) und eine dazu korrespondierende Nut (4.7) auf. Die Haltenase (4.2) steht von dem Rahmenelement (4) in einer Y-Richtung (Y), die senkrecht zur XZ-Ebene verläuft, hervor. Die Nut (4.7) ist derart am Rahmenelement (4) angeordnet, dass die Nut (4.7) der Haltenase (4.2) bezüglich der XZ-Ebene gegenüberliegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Rahmenelement für einen Zellverbund mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und einen Zellverbund mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5. Ferner betrifft die Erfindung eine Batterie gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9 und ein Verfahren zur Herstellung des Zellverbunds gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind flache, rechteckige Speicherelemente für elektrische Energie wie beispielsweise Einzelzellen und Kondensatoren bekannt. Dabei ist ein elektrochemisch wirksamer Inhalt dieser Speicherelemente von einer folienartigen und elektrisch isolierenden Hülle umgeben, durch die die elektrisch leitfähigen Anschlüsse, die insbesondere als blechförmige Ableiterelemente ausgebildet sind, durchführbar sind. Ein Pol der Einzelzelle ist mit jeweils einem Ableiterelement elektrisch leitfähig verbunden und bildet einen Polkontakt der Einzelzelle.

[0003] Eine derartig ausgebildete Einzelzelle wird üblicher Weise als Pouch- oder Coffeebag-Zelle bezeichnet. Zur Bildung einer Batterie und insbesondere einer Hochvolt-Batterie sind die jeweiligen Ableiterelemente einer Vielzahl solcher Einzelzellen miteinander elektrisch leitfähig verbunden und miteinander in Reihe und/oder parallel verschaltet. Die so gebildete Anordnung von Einzelzellen kann beispielsweise mit einer Kühlung, einer Heizung und/oder einer elektronischen Schaltanordnung versehen sein und ist typischer Weise in einem Gehäuse angeordnet.

[0004] Die Einzelzellen sind in einem sogenannten Zellverbund oder Zellblock zusammengefasst und mechanisch fixiert. Die aus dem Stand der Technik bekannte Pouchzelle oder Coffeebag-Zelle, die in [Fig. 1](#) beispielhaft dargestellt ist, ist mechanisch nur wenig belastbar und weist eine geringe Formstabilität auf. Solche Einzelzellen werden daher typischer Weise im Zellverbund von Rahmenelementen, welche in der Regel aus Kunststoff gefertigt sind, mechanisch fixiert und dabei zueinander auf einen definierten Abstand gebracht. Der Zellverbund aus parallel zueinander angeordneten Einzelzellen und dazwischen angeordneten Rahmenelementen ist mittels endseitig angeordneter Abschlusselemente, wie Druckbrillen oder dergleichen axial verpresst, so dass die Einzelzellen kraftschlüssig in den Rahmenelementen gehalten sind.

[0005] Die folienartige Hülle der Einzelzelle weist einen umlaufenden und vorstehenden Randbereich mit einer umlaufenden Verschweißung auf, die auch als Siegelnaht bezeichnet wird. Die Einzelzelle ist im Zellverbund zwischen zwei anliegenden Rah-

menelementen kraftschlüssig verpresst, wobei der vorstehende Randbereich der Hülle an den beiden Rahmenelementen anliegt. Die Hülle der Einzelzelle weist im vorstehenden Randbereich eine relativ geringe Dicke auf, die in etwa dem doppelten der Dicke der Folie entspricht, aus der die Hülle gefertigt ist. Zur Beabstandung der Einzelzellen des Zellverbunds voneinander weist das jeweilig dazwischen angeordnete Rahmenelement eine hinreichend große Wandstärke auf.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen verbesserten Zellverbund anzugeben, der insbesondere eine erhöhte Stabilität aufweist.

[0007] Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein Rahmenelement für einen Zellverbund mit den charakteristischen Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch einen Zellverbund mit den charakteristischen Merkmalen des Patentanspruchs 5 und durch eine Batterie mit den charakteristischen Merkmalen des Patentanspruchs 9.

[0008] Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Zellverbunds mit den charakteristischen Merkmalen des Patentanspruchs 10.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Ein Rahmenelement zur Fixierung von Einzelzellen in einem Zellverbund ist als umlaufender Rahmen ausgeführt, welcher eine XZ-Ebene definiert. Das Rahmenelement ist dazu geeignet, die Einzelzelle in einem umlaufenden Randbereich zu fixieren. Erfindungsgemäß weist das Rahmenelement zumindest eine vorstehende Haltenase und eine dazu korrespondierende Nut auf. Die Haltenase steht von dem Rahmenelement in einer Y-Richtung, die senkrecht zur XZ-Ebene verläuft, hervor. Die Nut ist derart am Rahmenelement angeordnet, dass die Nut der Haltenase bezüglich der XZ-Ebene gegenüberliegt.

[0011] Ein Zellverbund umfasst eine Vielzahl von gleichartig ausgebildeten Rahmenelementen, die parallel nebeneinander angeordnet sind. Die zueinander korrespondierende Anordnung der Nut und der Haltenase an gegenüberliegenden Seiten des Rahmenelements ermöglicht bei der Ausbildung des Zellverbunds einen Stabilität erhöhenden Formschluss. Dabei greift die Haltenase zumindest einer der Rahmenelemente in die korrespondierende Nut des im Zellverbund angrenzenden Rahmenelements formschlüssig ein.

[0012] Die mit Haltenasen und Nuten versehenen Rahmenelemente erleichtern zudem die schnelle und einfache Ausrichtung der Rahmenelemente zuein-

ander bei der Herstellung bzw. Montage des Zellblocks. Dabei müssen die Rahmenelemente zueinander bündig ausgerichtet werden. Der Formschluss, der durch die Haltenasen und die Nuten der Rahmenelemente gebildet wird, erleichtert die korrekte Ausrichtung und verhindert ein gegenseitiges Verschieben der Rahmenelemente zueinander, so dass Zeit und Kosten bei der Montage eingespart sind.

[0013] Vorzugsweise weist das Rahmenelement eine Vielzahl von Haltenasen und korrespondierender Nuten auf, welche umfänglich um das Rahmenelement verteilt angeordnet sind. Dies erleichtert auf besonders vorteilhafte Weise die Montage des Zellverbunds, da die bündige Ausrichtung der nebeneinander in Y-Richtung gestapelten, gleichartigen Rahmenelemente zwangsläufig durch die formschlüssige Aufnahme der Haltenasen in die Nuten des daneben liegenden Rahmenelements erfolgt.

[0014] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist zumindest eine der Haltenasen an einem ersten Seitenelement des Rahmenelements und zumindest eine weitere Haltenase an einem zweiten Seitenelement angeordnet. Dabei bilden das erste Seitenelement und das zweite Seitenelement zwei gegenüberliegende Seiten des rechtwinkligen Rahmenelements. Werden Rahmenelemente dieser Bauart nebeneinander gestapelt, so ist die bündige Ausrichtung der Rahmenelemente durch den Formschluss der Haltenasen mit den Nuten der aneinander angrenzenden Rahmenelemente sichergestellt.

[0015] Zusätzlich dient die Haltenase des Rahmenelements bei der korrekten Anordnung und Ausrichtung einer in das Rahmenelement eingelegten Einzelzelle. Die Haltenase bildet einen seitlichen Anschlag für die eingelegte Einzelzelle. Dabei begrenzt der Anschlag die Anordnung bzw. eine Verschiebung der Einzelzelle bezüglich des Rahmenelements. Mittels des Anschlags sind die Einzelzellen auf besonders schnelle und einfache Weise ausrichtbar, woraus eine Zeit- und damit eine Kostenersparnis bei der Montage resultiert.

[0016] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist zumindest eine weitere Haltenase an einem dritten Seitenelement des Rahmenelements angeordnet, welches das erste und das zweite Seitenelement verbindet. Die in das Rahmenelement eingelegte Einzelzelle liegt somit an drei Seiten formschlüssig an entsprechenden Haltenasen an. An einer Seite des Rahmenelements ist zum Toleranzausgleich keine Haltenase vorgesehen, damit auch Einzelzellen mit geringfügig unterschiedlichen äußeren Abmessungen spannungsfrei im Rahmenelement formschlüssig gehalten werden können.

[0017] Die korrekte Ausrichtung der Einzelzellen gegenüber dem Rahmenelement und den Rahmen-

elementen untereinander wird mittels bauartgleicher Rahmenelemente bewirkt, die zumindest eine Haltenase und zumindest eine dazu korrespondierende Nut aufweisen. Zusätzliche Hilfsmittel sind dazu nicht notwendig. Dadurch sind Kosten, Bauraumbedarf und Gewicht eingespart. Gleichzeitig ist die Belastbarkeit und Stabilität des Zellverbunds erhöht, da die Haltenasen und Nuten des Rahmenelements einen Formschluss zwischen den Rahmenelementen zueinander und zwischen dem Rahmenelement und der darin angeordneten Einzelzelle bewirken.

[0018] Ein Zellverbund umfasst eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Einzelzellen. Die Einzelzellen sind gemäß der Pouch- oder Coffeebag-Bauform ausgeführt und weisen somit entsprechend jeweils eine folienartige Hülle mit einem umlaufenden und vorstehenden Randbereich auf. Die Einzelzellen sind im Zellverbund von zwischen den Einzelzellen angeordneten Rahmenelementen fixiert und zueinander beabstandet, wobei die jeweilige Einzelzelle im umlaufenden Randbereich an den angrenzenden Rahmenelementen anliegen. Die Rahmenelemente sind zur Fixierung der Einzelzellen in -Y/Y-Richtung kraftschlüssig verpresst.

[0019] Zumindest eine der Einzelzellen ist zwischen zwei erfindungsgemäßen Rahmenelementen fixiert. Da die Hülle der Einzelzelle im umlaufenden Randbereich eine nur geringe Dicke aufweist, greift zumindest eine der Haltenasen eines der zumindest zwei Rahmenelemente in eine der Nuten des anderen Rahmenelements formschlüssig ein. Die Rahmenelemente des Zellverbunds gehen somit einen Formschluss ein, der die mechanische Belastbarkeit auf besonders vorteilhafte Weise erhöht. Insbesondere ist die mechanische Stabilität gegenüber Verdrehungen, Scherungen und/oder Verschiebungen im Zellverbund erhöht.

[0020] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel bildet die Vielzahl von am Rahmenelement umfänglich angeordneten Haltenasen seitliche Anschläge, so dass die Anordnung der Einzelzelle bezüglich des Rahmenelements in einer X-Richtung, einer -X-Richtung, einer Z-Richtung und/oder in einer -Z-Richtung beschränkt ist. Die Haltenasen geben somit die korrekte Anordnung der Einzelzelle vor und wirken einer Verschiebung der Einzelzelle im Rahmenelement insbesondere während der Montage entgegen. Mit der bündigen Stapelung der Rahmenelemente nebeneinander wird somit die korrekte Anordnung der Einzelzellen des Zellverbunds zueinander bewirkt.

[0021] Vorzugsweise ist die Vielzahl der Haltenasen des Rahmenelements derart angeordnet, dass die Anordnung der Einzelzelle bezüglich des Rahmenelements in zumindest einer und höchstens drei Richtungen beschränkt ist, die entsprechend parallel zur X-Richtung, zur -X-Richtung, zur Z-Richtung und/

oder zur -Z-Richtung verlaufen. Dies ermöglicht eine Verschiebung der bereits in die jeweiligen Rahmenelemente eingelegten Einzelzellen in eine vorgegebene Richtung bzw. Richtungen, so dass während der Montage die Einzelzellen besonders zeitsparend gemeinsam zueinander ausrichtbar sind.

[0022] In einem Ausführungsbeispiel ist der seitliche Anschlag der Haltenase von einer den Randbereich begrenzenden Umfangslinie beabstandet, so dass fertigungsbedingte Toleranzen ausgeglichen werden können. Insbesondere ist damit ermöglicht, auch Einzelzellen, welche fertigungsbedingt geringfügig unterschiedliche Abmessungen aufweisen, spannungsfrei und formschlüssig im Rahmenelement anzuordnen.

[0023] Aufgrund der erhöhten Stabilität ist eine Batterie, welche den Zellverbund aufweist, besonders zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug geeignet. Besonders bevorzugter Weise ist die Batterie als Fahrzeugbatterie ausgebildet, die als Energiespeicher für ein elektrisches Antriebsaggregat eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs vorgesehen ist. Entsprechend weisen die Einzelzellen bevorzugter Weise eine Lithium-Ionen Zellchemie auf.

[0024] Der Zellverbund umfasst eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Einzelzellen, die der bekannten Bauform der Pouch- oder Coffebag-Zelle entsprechen. Die Einzelzellen sind im Zellverbund von dazwischen angeordneten Rahmenelementen fixiert.

[0025] Bei einem Verfahren zur Herstellung des Zellverbunds werden in einem ersten Verfahrensschritt die Einzelzellen in ein jeweiliges Rahmenelement eingelegt. In einem zweiten Verfahrensschritt werden die Rahmenelemente mit den eingelegten Einzelzellen nebeneinander angeordnet und zueinander bündig ausgerichtet, wobei die Ausrichtung der vom Formschluss zwischen den Haltenasen und Nuten unterstützt wird. In einem dritten Verfahrensschritt werden die Einzelzellen des Zellverbunds zueinander ausgerichtet, indem jede der Einzelzellen bezüglich des Rahmenelements verschoben wird, bis die Einzelzelle an einer Haltenase des Rahmenelements anschlägt. Das Verfahren ermöglicht eine schnelle und einfache Ausrichtung der Komponenten des Zellverbunds mit einer hohen geometrischen Genauigkeit, so dass fertigungsbedingte Toleranzen minimiert sind. Dies erleichtert nachfolgende Fertigungsschritte, bei denen beispielsweise die Ableiterelemente der Einzelzellen miteinander elektrisch leitfähig verbunden werden. Mit der genauen Ausrichtung der Einzelzellen werden auch deren Ableiterelemente in einen definierten Abstand zueinander gebracht, so dass diese beispielsweise mit hoher Genauigkeit verschweißt werden können.

[0026] Das Verfahren ist insbesondere dazu geeignet, als Teil einer automatisierten Serienproduktion zur Herstellung von Batterien implementiert zu werden.

[0027] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0028] Dabei zeigen:

[0029] [Fig. 1](#) eine Einzelzelle des Standes der Technik in einer perspektivischen Ansicht, welche als Pouch- oder Coffebag-Zelle ausgeführt ist,

[0030] [Fig. 2](#) die Einzelzelle und ein Rahmenelement gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht,

[0031] [Fig. 3](#) die in das Rahmenelement eingelegte Einzelzelle in einer Draufsicht,

[0032] [Fig. 4](#) eine Explosionsdarstellung eines Zellverbunds, welcher eine Vielzahl von Einzelzellen und zwischen den Einzelzellen angeordneten Rahmenelementen umfasst, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet sind,

[0033] [Fig. 5](#) den Zellverbund aus [Fig. 4](#) und zwei Kühlelemente einer Batterie in einer Explosionsdarstellung,

[0034] [Fig. 6](#) den Zellverbund mit den darauf angeordneten Kühlelementen in einer perspektivischen Ansicht,

[0035] [Fig. 7](#) eine Schnittdarstellung des Zellverbunds, welcher die Vielzahl von Rahmenelementen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel aufweist,

[0036] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) Details des Rahmenelements gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in Schnittdarstellungen,

[0037] [Fig. 8](#) eine Explosionsdarstellung der Einzelzelle und eines Rahmenelements gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0038] [Fig. 9](#) eine perspektivische Darstellung der in das Rahmenelement des zweiten Ausführungsbeispiels eingelegten Einzelzelle,

[0039] [Fig. 10](#) die in das Rahmenelement des zweiten Ausführungsbeispiels eingelegte Einzelzelle in einer Draufsicht und

[0040] [Fig. 11](#) illustriert die Anordnung der Einzelzelle **1** im Rahmenelement **4** des zweiten Ausführungsbeispiels in einer Draufsicht.

[0041] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0042] **Fig. 1** zeigt eine typische Einzelzelle **1** des Standes der Technik, welche eine Bauform aufweist, die auch als Pouch- oder Coffebag-Zelle bezeichnet wird. Dabei sind Elektrodenstapel und eine die Elektrodenstapel umgebende Elektrolytflüssigkeit in einer flexiblen Hülle **2** angeordnet, welche aus einer elektrisch isolierenden Folie, insbesondere einer Kunststoffolie gefertigt ist. Die Hülle **2** ist randseitig mittels einer umlaufenden Schweißnaht verschlossen, die auch als Sigelnaht bezeichnet wird. Die Schweißnaht ist in einem umlaufenden und vorstehenden Randbereich **2.1** der folienartigen Hülle **2** angeordnet, wobei der vorstehende Randbereich **2.1** zusätzlich bei der Fixierung der Einzelzelle **1** in einem Zellverbund **5** dient. Zwei elektrisch leitende und fahnenförmig ausgebildete Ableiterelemente **3** sind mit jeweils einem der Elektrodenstapel einer Polarität verbunden und randseitig durch den vorstehenden Randbereich **2.1** der isolierenden Hülle **2** hindurchgeführt. Die beiden Ableiterelemente **3** bilden somit die Polkontakte der Einzelzelle **1**.

[0043] **Fig. 2** zeigt ein Rahmenelement **4** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In das Rahmenelement **4** ist die Einzelzelle **1** eingelegt, wobei der rechtwinklig ausgebildete Rahmen des Rahmenelements **4** an dem umlaufenden und vorstehenden Randbereich **2.1** der Hülle anliegt. Das Rahmenelement **4** weist eine Vielzahl von durchgehenden ersten Aussparungen **4.1** zur Aufnahme von geeigneten Spannmitteln **7** auf, wie beispielsweise Spannschrauben oder Bolzen, welche zur Bildung des Zellverbunds **5** dienen, der eine Vielzahl von miteinander kraftschlüssig verpressten Rahmenelementen **4** und dazwischen angeordneten Einzelzellen **1** umfasst.

[0044] Das im Wesentlichen planar ausgebildete Rahmenelement **4** definiert eine XZ-Ebene. Dem Rahmenelement **4** sind im umlaufenden Randbereich **2.1** eine Vielzahl von Haltenasen **4.2** angeformt, welche dem Rahmenelement **4** in einer Y-Richtung Y vorstehen, wobei die Y-Richtung Y senkrecht zur XZ-Ebene verläuft.

[0045] Gemäß einem Ausbildungsbeispiel der Erfindung sind die Haltenasen **4.2** derart angeordnet, dass diese von einer Umfangslinie U beabstandet ist, welche den vorstehenden Randbereich **2.1** der Hülle **2** begrenzt. Dadurch können fertigungsbedingte Toleranzen ausgeglichen werden, so dass auch Einzelzellen **1**, welche geringfügig unterschiedliche äußere Abmessungen aufweisen, spannungsfrei vom Rahmenelement **4** gehalten werden können. Solche fertigungsbedingten Toleranzen können insbesondere beim Verschweißen der Hülle **2** im umlaufenden und vorstehenden Randbereich **2.1** entstehen.

[0046] Zusätzlich können nach dem Verschluss der Hülle **2** die fertigungsbedingten Toleranzen durch einen Beschnitt oder einer Stanzung entlang der Umfangslinie U minimiert werden. Die Ableiterelemente **3** sind mit hoher geometrischer Genauigkeit fertigbar und gegenüber einem aufgewölbten inneren Bereich **2.2**, der den Elektrodenstapel der Einzelzelle **1** umgibt, in einen definierten Abstand bringbar. Dies ermöglicht die genaue Ausrichtung der Einzelzelle **1** im Rahmenelement **4**, wobei der aufgewölbte innere Bereich **2.2** der Hülle **2** innenseitig am Rahmenelement **4** anliegt.

[0047] Die in den **Fig. 2** bis **Fig. 8** gezeigte erste Ausführungsform des Rahmenelements **4** weist sechs vorstehende Haltenasen **4.2** auf, die umfänglich angeordnet sind. Die Haltenasen **4.2** bilden seitliche Anschläge für die in das Rahmenelement **4** eingelegte Einzelzelle **1**. Dabei sind die Haltenasen **4.2** an drei von vier den Rahmen bildenden Seitenelementen **4.3**, **4.4**, **4.5**, **4.6** angeformt, die entsprechend zueinander rechtwinklig angeordnet sind. Somit ist eine Verschiebung der eingelegten Einzelzelle **1** bezüglich des Rahmenelements **4** parallel zur XZ-Ebene in drei Richtungen Z, -X, X begrenzt.

[0048] Insbesondere begrenzen die an einem ersten Seitenelement **4.3** und die an einem dem ersten Seitenelement **4.3** gegenüberliegenden zweiten Seitenelement **4.4** angeformten Haltenasen **4.2** die Anordnung der Einzelzelle **1** bezüglich des Rahmenelements **4** in einer X-Richtung X und in einer -X-Richtung -X. Die an einem das erste und das zweite Seitenelement **4.3**, **4.4** verbindenden dritten Seitenelement **4.5** angeordneten Haltenasen **4.2** bilden zusätzliche seitliche Anschläge für die Einzelzelle **1**, so dass auch eine Verschiebung in Z-Richtung begrenzt ist. Ein viertes Seitenelement **4.6** weist zum Ausgleich von fertigungsbedingten Toleranzen bzw. zur Vermeidung einer statischen Überbestimmtheit keine Haltenase **4.2** auf. Damit ist ermöglicht, dass auch Einzelzellen **1** mit geringfügig unterschiedlichen äußeren Abmessungen spannungsfrei im Rahmenelement **4** gehalten werden können.

[0049] Alternativ dazu können auch am vierten Seitenelement **4.6** weitere Haltenasen **4.2** angeordnet sein, so dass im Vergleich zu dem in den **Fig. 2** bis **Fig. 8** gezeigten ersten Ausführungsbeispiel zusätzlich die Anordnung der Einzelzelle **1** im Rahmenelement **4** in einer -Z-Richtung -Z begrenzt ist. Einem anderen alternativen Ausführungsbeispiel zu Folge sind die Haltenasen **4.2** derart angeordnet, dass diese die Anordnung der Einzelzelle **1** bezüglich des Rahmenelements **4** und parallel zur XZ-Ebene in nur zwei Richtungen X, -X, Z, -Z begrenzt, die beispielsweise senkrecht oder antiparallel zueinander verlaufen.

[0050] Das Rahmenelement **4** weist eine Vielzahl von umfänglich angeordneten Nuten **4.7** auf, die je-

weils geometrische Abmessungen aufweisen, die zu denen der Haltenasen 4.2 korrespondieren. Jeder Haltenase 4.2 ist bezüglich der XZ-Ebene eine korrespondierende Nut 4.7 gegenüberliegend angeordnet. Die Haltenasen 4.2 und die Nuten 4.7 dienen insbesondere bei der Herstellung bzw. der Montage des Zellverbunds 5, bei dem eine Vielzahl von Rahmenelementen 4 mit jeweils eingelegten Einzelzellen 1 nebeneinander angeordnet ist, zur Ausrichtung der Rahmenelemente 4 zueinander. Dabei greifen die Haltenasen 4.2 der Rahmenelemente 4 in die Nuten 4.7 der im Zellverbund 5 benachbarten Rahmenelemente 4 formschlüssig ein, so dass die Ausrichtung der Rahmenelemente 4 zueinander vorgegeben ist.

[0051] Die Haltenase 4.2 weist gemäß bevorzugten Ausbildungsbeispielen Fasen und/oder Ansträgungen auf, um die Stapelbarkeit der Rahmenelemente 4 zu verbessern. Entsprechend weist die Nut 4.7 eine geometrische Form auf, die zur Ausbildungsform der Haltenase 4.2 korrespondiert, so dass die Nut 4.7 zur formschlüssigen Aufnahme der Haltenase 4.2 geeignet ist.

[0052] Fig. 3 zeigt die in das Rahmenelement 4 eingelegte Einzelzelle 1 in einer Draufsicht auf die XZ-Ebene, wobei das Rahmenelement 4 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt ist.

[0053] Fig. 4 zeigt eine Explosionsdarstellung des Zellverbunds 5, der eine Vielzahl von Rahmenelementen 4 des ersten Ausführungsbeispiels umfasst. Zwischen den einzelnen Rahmenelementen 4 ist jeweils eine der Einzelzellen 1 angeordnet. Dabei liegt der vorstehende Randbereich 2.1 der Einzelzelle 1 jeweils an den beiden benachbarten Rahmenelementen 4 an. Aufgrund der relativ geringen Dicke der Hülle 2 im vorstehenden Randbereich 2.1, die im Wesentlichen der doppelten der Dicke der die Hülle 2 bildenden Kunststoffolie entspricht, greifen die Haltenasen 4.2 jedes Rahmenelements 4 in die korrespondierenden Nuten 4.7 des daneben liegenden Rahmenelements 4 formschlüssig ein. Beispielsweise können die Haltenasen 4.2 zu den das Gegenlager bildenden Nuten 4.7 mit Spiel versehen sein, so dass fertigungsbedingte Toleranzen ausgleichbar sind.

[0054] Der Formschluss zwischen der Haltenase 4.2 und der Nut 4.7 erhöht die Stabilität des Zellverbunds 5. Dabei sind insbesondere Verdrehungen und/oder Verschiebungen der einzelnen Rahmenelemente 4 zueinander vermieden. Aufgrund der erhöhten Stabilität des Zellverbunds 5 ist dieser besonders zur Verwendung in einer Batterie 12 für ein Kraftfahrzeug geeignet. Dabei wird der erhöhten Sicherheitsanforderung, die einer Betriebsbelastung im Kraftfahrzeug und/oder einer möglichen kollisionsbedingten Belastung entspricht, Rechnung getragen.

[0055] Am Zellverbund 5 ist jeweils endseitig ein Abschlusselement 6, beispielsweise eine Druckbrille angeordnet. Die Abschlusselemente 6 dienen bei einer kraftschlüssigen Verpressung der Rahmenelemente 4 und den dazwischen angeordneten Einzelzellen 1 als Gegenlager. Der Kraftschluss wird in dem hier gezeigten Beispiel mittels einer Vielzahl von Spannmitteln 7 erreicht, die als Schrauben mit entsprechenden Muttern ausgeführt sind. Dabei sind die Schrauben durch die nebeneinander liegenden ersten Aussparungen 4.1 der Rahmenelemente 4 geführt und mittels der Muttern fixiert, womit eine axiale Verpressung des Zellverbunds 5 erreicht ist.

[0056] Entsprechend der Rahmenelemente 4 weist auch das Abschlusselement 6 eine Vielzahl von Nuten 4.7 und/oder Nasen 4.2 auf, so dass das jeweilig angrenzende Rahmenelement 4 formschlüssig gehalten wird.

[0057] Jedes Rahmenelement 4 und jedes Abschlusselement 6 weist obenseitig eine Vielzahl von zweiten Aussparungen 4.8 auf, die zur Aufnahme entsprechender Befestigungsmittel 8 für die Befestigung eines Kühlelements 9, welches in Fig. 5 gezeigt ist, geeignet sind.

[0058] Zur elektrisch leitfähigen Kontaktierung der Ableiterelemente 3 benachbarter Einzelzellen 1 sind im Wesentlichen rinnenförmige Verbindungselemente 10 vorgesehen, die beispielsweise in Fig. 4 dargestellt sind. Das Verbindungselement 10 weist einen U-förmigen Querschnitt auf und ist obenseitig auf das Rahmenelement 4 im Bereich der an das Rahmenelement 4 angrenzenden Ableiterelemente 3 aufgesetzt. Das Verbindungselement 10 weist eine Vielzahl von ersten Ausnehmungen 10.1 auf, die gegenüberliegend zu zweiten Ausnehmungen 4.9 des Rahmenelements 4 angeordnet sind. Die Ableiterelemente 3 sind mittels einer Verschweißung, insbesondere einer Ultraschallverschweißung mit dem anliegenden Verbindungselement 10 elektrisch leitfähig verbunden, so dass die Einzelzellen 1 des Zellverbunds 5 zueinander in Serie geschaltet sind.

[0059] Alternativ oder zusätzlich können auch Verbindungselemente 10 zur Parallelverschaltung der Einzelzellen 1 des Zellverbunds 5 vorgesehen sein.

[0060] Die ersten und zweiten Ausnehmungen 10.1, 4.9 des Verbindungselements 10 bzw. des Rahmenelements 4 dienen bei der Herstellung des Zellverbunds 5 zur Aufnahme eines entsprechend geformten Werkstücks, welches bei der Ultraschallverschweißung zur Kontaktierung der Ableiterelemente 3 mit dem Verbindungselement 10 als Widerlanger dient. Damit ist ermöglicht, dass die zu verbindenden Bauteile bei der Verschweißung mit einer geeigneten Kraft miteinander verpresst werden, so dass eine flächige Auflage sichergestellt ist und die erzeugte

Verbindung eine entsprechend gute elektrische Leitfähigkeit aufweist.

[0061] Die beiden endseitig am Zellverbund **5** angeordneten Rahmenelemente **4** weisen jeweils einen Polkontakt **11** auf, der in nicht näher dargestellter Weise mit den Elektrodenstapeln der Einzelzellen **1** elektrisch leitfähig verbunden ist. An die Polkontakte **11** ist ein elektrischer Verbraucher anschließbar, welcher beispielsweise bei der Verwendung der Batterie **12** in einem Kraftfahrzeug ein elektrisches Antriebsaggregat sein kann, wobei es sich somit bei dem Kraftfahrzeug um eine Elektro- oder ein Hybridfahrzeug handelt.

[0062] **Fig. 5** zeigt die Batterie **12**, welche den Zellverbund **5** des ersten Ausführungsbeispiels und zwei darauf oben liegend angeordnete Kühlelemente **9** umfasst. Die Kühlelemente **9** dienen zur Abführung von Wärme, welche beim Betrieb der Batterie im Zellinneren der Einzelzellen **1** entsteht. Dazu ist jedes der beiden Kühlelemente mit einem geeigneten Kühlmittel, insbesondere einem Kühlfluid durchströmbar, welches über Anschlüsse **9.1** dem Kühlelement **9** zu- und abführbar ist. Das Kühlmittel kann beispielsweise ein Klimamittel einer Fahrzeugklimaanlage sein. Das Kühlelement **9** ist mittels der Ableiterelemente **3** und der damit verbundenen Verbindungselemente **10**, thermisch leitfähig an die Elektrodenstapel der Einzelzellen **1** gekoppelt. Dabei liegt das Kühlelement **9** nicht unmittelbar an den Verbindungselementen **10** an, sondern an eine dazwischen angeordnete Wärmeleitfolie, welche nicht näher dargestellt ist. Die Wärmeleitfolie isoliert die Verbindungselemente **10** vom Kühlelement **9**. Die Wärmeleitfolie ist beispielsweise aus einem Kunststoffmaterial gefertigt, das eine dazu geeignete elektrische und thermische Leitfähigkeit aufweist.

[0063] Die Kühlelemente **9** sind mit dem Zellverbund **5** kraftschlüssig verbunden. Dazu sind die Befestigungsmittel **8** durch entsprechende dritte Aussparungen **9.2** des Kühlelements hindurchgeführt, so dass die Befestigungsmittel **8** in die korrespondierenden zweiten Aussparungen **4.8** der Rahmenelemente **4** eingreifen. Das Befestigungsmittel **8** ist beispielsweise als Schraube ausgeführt, so dass dementsprechend die zweiten Aussparungen **4.8** mit inneren Gewinden versehen sein können. Bei der kraftschlüssigen Verbindung zwischen Zellverbund **5** und Kühlelement **9** dient die dazwischen angeordnete Wärmeleitfolie zusätzlich dem Ausgleich von Toleranzen, die insbesondere durch eine leicht versetzte Anordnung der Rahmenelemente **4** zueinander verursacht sein können.

[0064] **Fig. 6** zeigt nochmals die Batterie **12** mit dem Zellverbund **5** des ersten Ausführungsbeispiels in einer perspektivischen Ansicht.

[0065] **Fig. 7** zeigt den Zellverbund **5** des ersten Ausführungsbeispiels mit den nebeneinander gestapelten Einzelzellen **1**, welche mittels der Rahmenelemente **4** und der endseitig angebrachten Abschluss-elemente **6** kraftschlüssig fixiert sind.

[0066] **Fig. 8A** und **Fig. 8B** zeigen in einer Ausschnittsvergrößerung Details der formschlüssigen Verbindung zweier im Zellverbund **5** benachbarter Rahmenelemente **4** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Gezeigt sind jeweils gegenüberliegende Eckbereiche der Rahmenelemente **4** in Seitenansichten.

[0067] **Fig. 8A** zeigt die beiden nebeneinander angeordneten Rahmenelemente **4**, bevor diese form- und/oder kraftschlüssig miteinander verbunden werden. Jede der Haltenasen **4.2** weist Fasen **4.2.1** auf, die formschlüssig an Anschrägungen **4.7.1** der jeweils korrespondierenden Nut **4.7** anliegen, wenn die Rahmenelemente **4** zur Bildung des Zellverbunds **5** axial verpresst werden.

[0068] **Fig. 8B** illustriert den Formschluss zwischen den nebeneinander angeordneten Rahmenelementen **4**. Die beiden Haltenasen **4.2**, die dem in **Fig. 8B** links dargestellten Rahmenelement **4** vorstehen, liegen formschlüssig und eng in der Nut **4.7** des in **Fig. 8B** rechts dargestellten Rahmenelements **4** an. Dabei weist die jeweilige Nut **4.7** eine geometrische Form auf, welche zur Haltenase **4.2** korrespondiert. Insbesondere ist bei der geometrischen Ausgestaltung der Nut **4.7** und Haltenase **4.2** ein Spiel berücksichtigt, so dass zwischen den beiden Rahmenelementen **4** der umlaufende Randbereich **2.1** der Einzelzelle **1** anordbar ist. Die Nut **4.7** und die Haltenase **4.2** weisen Ausdehnungen in Y-Richtung **Y** auf, so dass ein formschlüssiger Anschlag erst dann gebildet ist, wenn der vorstehende Randbereich **2.1** mit dem hindurch geführten Ableiterelement **3** mit den beiden Rahmenelementen **4** kraftschlüssig verbunden ist. Der dabei zu berücksichtigende Abstand ist im Wesentlichen von dem doppelten der Dicke der die Hülle **2** bildenden Kunststoffolie und der Dicke des Ableiterelements **3** bestimmt.

[0069] Die in den **Fig. 2** bis **Fig. 8B** gezeigte Anordnung der Haltenasen **4.2** erleichtert auf besonders vorteilhafte Weise die Herstellung des Zellverbunds **5**. Insbesondere ist die Ausrichtung der Einzelzelle **1** bezüglich der Rahmenelements **4** und damit die Ausrichtung der Einzelzellen **1** untereinander erleichtert. Bei der Herstellung des Zellverbunds wird jede Einzelzelle **1** zunächst halbseitig in ein Rahmenelement **4** eingelegt. Die Rahmenelemente **4** mit den eingelegten Einzelzellen **1** werden dann nebeneinander gestapelt, wobei die bündige Ausrichtung der Rahmenelemente **4** untereinander von der formschlüssigen Aufnahme der Haltenasen **4.2** in die Nuten **4.7** unterstützt wird. Anschließend wird die Einzelzelle **1**

in Z-Richtung Z gegen die Haltenasen 4.2 des dritten Seitenelements 4.5 geschoben bis die Umfangsline U daran anliegt. Dabei werden die Einzelzellen 1 des Zellverbunds 5 zueinander bündig ausgerichtet. Insbesondere wird so erreicht, dass die Ableiterelemente 3 bündig angeordnet sind, so dass diese in einem anschließenden Verfahrensschritt mit dem Verbindungselement 10 verschweißt werden können.

[0070] Fig. 9 bis Fig. 11 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, das in wesentlichen Gesichtspunkten dem bereits beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel entspricht. Unterschiede sind insbesondere durch die Bauform der Einzelzelle 1 und des Rahmenelements 4 begründet, welche beispielsweise in Fig. 9 illustriert sind.

[0071] Fig. 9 zeigt die Anordnung der Einzelzelle 1 im Rahmenelement 4 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Explosionsdarstellung. Die hier beispielhaft dargestellte Einzelzelle 1 ist als Coffeabag- oder Pouch-Zelle ausgeführt und weist zwei flächige Ableiterelemente 3 auf, die an gegenüberliegenden Seiten durch den vorstehenden Randbereich 2.1 der Hülle 2 hindurchgeführt sind. Die Einzelzelle 1 weist eine relativ geringe Formstabilität auf und ist mittels des stabilisierenden Rahmenelements 4 im Zellverbund 5 fixiert. Dazu ist jede Einzelzelle 1 jeweils halbseitig in zwei im Zellverbund 5 benachbarten Rahmenelementen 4 eingelegt.

[0072] Das Rahmenelement 4 weist vier Haltenasen 4.2 auf, welche im umlaufenden Randbereich angeordnet sind und von dem Rahmenelement 4 in Y-Richtung hervorragen. Zu den Haltenasen 4.2 korrespondierende Nuten 4.7 sind rückseitig am Halteelement 4 angeordnet, so dass gleichartig ausgeführte Rahmenelemente 4 auf besonders einfache Weise nebeneinander stapelbar sind, wobei die Haltenasen 4.2 in die Nuten 4.7 des benachbarten Rahmenelements 4 formschlüssig eingreifen.

[0073] Es sind zwei Haltenasen 4.2 am ersten Seitenelement 4.3 und zwei weitere Haltenasen 4.2 am gegenüberliegenden zweiten Seitenelement 4.4 ausgebildet, welche entsprechend seitliche Anschläge für die eingelegte Einzelzelle 1 bilden. Das erste und zweite Seitenelement 4.3, 4.4 weisen im zwischen den Haltenasen 4.2 liegenden Bereich jeweils eine Vertiefung 4.10 auf, die zur Aufnahme der Ableiterelemente 3 geeignet ist.

[0074] Fig. 10 zeigt die Einzelzelle 1, welche in das Rahmenelement 4 des zweiten Ausführungsbeispiels eingelegt ist, in einer perspektivischen Ansicht. Die Haltenasen 4.2 bilden seitliche Anschläge, die die Ausrichtung der Einzelzelle 1 bezüglich des Rahmenelements 4 erleichtern. Dabei ist die Anordnung der Einzelzelle 1 bezüglich des Rahmenelements 4 parallel zur XZ-Ebene von den Haltenasen 4.2 begrenzt.

Eine Verschiebung der in das Rahmenelement 4 eingelegten Einzelzelle 1 ist in der X- und der -X-Richtung X, -X durch den Anschlag der Umfangsline U mit den Haltenasen 4.2 begrenzt. Zusätzlich ist auch eine Verschiebung in Z- und -Z-Richtung Z, -Z begrenzt, wobei der entsprechende Anschlag von den Haltenasen 4.2 mit den Ableiterelementen 3 gebildet ist. Somit ist die Einzelzelle 1 im Rahmenelement 4 formschlüssig gehalten.

[0075] Fig. 11 illustriert nochmals die Anordnung der Einzelzelle 1 im Rahmenelement 4 in einer Draufsicht auf die XZ-Ebene.

[0076] Das Rahmenelement 4 ist mit Haltenasen 4.2 und dazu korrespondierenden Nuten 4.7 versehen. Der Zellverbund 5 umfasst eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Rahmenelementen 4, wobei die Haltenasen 4.2 und die Nuten 4.7 der angrenzenden Rahmenelemente 4 einen Formschluss bilden. Dies stellt eine bündige Ausrichtung der Rahmenelemente 4 und der in die Rahmenelemente 4 eingelegten Einzelzellen 1 sicher.

Bezugszeichenliste

1	Einzelzelle
2	Hülle
2.1	Randbereich
2.2	innerer Bereich
3	Ableiterelement
4	Rahmenelement
4.1	erste Aussparung
4.2	Haltenase
4.2.1	Fase
4.3	erstes Seitenelement
4.4	zweites Seitenelement
4.5	drittes Seitenelement
4.6	viertes Seitenelement
4.7	Nut
4.7.1	Anschrägung
4.8	zweite Aussparung
4.9	zweite Ausnehmung
4.10	Vertiefung
5	Zellverbund
6	Abschlusselement
7	Spannmittel
8	Befestigungsmittel
9	Kühlelement
9.1	Anschluss
9.2	dritte Aussparung
10	Verbindungselement
10.1	erste Ausnehmung
11	Polkontakt
12	Batterie
X	X-Richtung
-X	-X-Richtung
Y	Y-Richtung

-Y	-Y-Richtung
Z	Z-Richtung
-Z	-Z-Richtung
U	Umfangslinie

Patentansprüche

1. Rahmenelement (4) zur Fixierung von Einzelzellen (1) in einem Zellverbund (5), welches als umlaufender Rahmen ausgeführt ist, der eine XZ-Ebene definiert und dazu geeignet ist, die Einzelzelle (1) in einem umlaufenden Randbereich (2.1) zu fixieren, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rahmenelement (4) zumindest eine vorstehende Haltenase (4.2) und eine dazu korrespondierende Nut (4.7) aufweist, wobei die Haltenase (4.2) von dem Rahmenelement (4) in einer Y-Richtung (Y) hervorsteht, die senkrecht zur XZ-Ebene verläuft, und die Nut (4.7) derart am Rahmenelement (4) angeordnet ist, dass die Nut (4.7) der Haltenase (4.2) bezüglich der XZ-Ebene gegenüberliegt.
2. Rahmenelement (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Haltenasen (4.2) und korrespondierender Nuten (4.7) angeordnet ist, welche umfänglich um das Rahmenelement (4) verteilt angeordnet sind.
3. Rahmenelement (4) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Haltenasen (4.2) an einem ersten Seitenelement (4.3) des Rahmenelements (4) und zumindest eine weitere Haltenase (4.2) an einem zweiten Seitenelement (4.4) angeordnet sind, wobei das erste Seitenelement (4.3) dem zweiten Seitenelement (4.4) gegenüberliegt.
4. Rahmenelement (4) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine weitere Haltenase (4.2) an einem dritten Seitenelement (4.5) angeordnet ist, welches das erste und das zweite Seitenelement (4.3, 4.4) verbindet.
5. Zellverbund (5), umfassend eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Einzelzellen (1), welche jeweils eine folienartige Hülle (2) mit einem umlaufenden und vorstehenden Randbereich (2.1) aufweisen, wobei die Einzelzellen (1) im Zellverbund (5) von zwischen den Einzelzellen (1) angeordneten Rahmenelementen (4) fixiert sind, welche der jeweiligen Einzelzelle (1) im umlaufenden Randbereich (2.1) anliegen, und die Rahmenelemente (4) zur Fixierung der Einzelzellen (1) kraftschlüssig verpresst sind, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Einzelzellen (1) zwischen zwei Rahmenelementen (4) gemäß einem der vorherigen Ansprüche fixiert ist, wobei zumindest eine der Haltenasen (4.2) eines der Rahmenelemente (4) in eine der Nuten (4.7) des anderen Rahmenelements (4) formschlüssig eingreift.
6. Zellverbund (5) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von am Rahmenelement (4) umfänglich angeordneten Haltenasen (4.2) seitliche Anschläge bildet, so dass die Anordnung der Einzelzelle (1) bezüglich des Rahmenelements (4) in einer X-Richtung (X), einer -X-Richtung (-X), einer Z-Richtung (Z) und/oder in einer -Z-Richtung (-Z) beschränkt ist.
7. Zellverbund (5) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl der Haltenasen (4.2) des Rahmenelements (4) derart angeordnet ist, dass die Anordnung der Einzelzelle (1) bezüglich des Rahmenelements (4) in zumindest einer und höchstens drei Richtungen (-X, X, -Z, Z) beschränkt ist, die entsprechend parallel zur X-Richtung (X), zur -X-Richtung (-X), zur Z-Richtung (Z) und/oder zur -Z-Richtung (-Z) verlaufen.
8. Zellverbund (5) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der seitliche Anschlag der Haltenase (4.2) von einer den Randbereich (2.1) begrenzenden Umfangslinie (U) zum Toleranzausgleich beabstandet ist.
9. Batterie (12), insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, mit einem Zellverbund (5) nach einem der Ansprüche 5 bis 9.
10. Verfahren zur Herstellung eines Zellverbunds (5), welcher eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Einzelzellen (1) umfasst, die jeweils eine folienartige Hülle (2) mit einem vorstehenden und umlaufenden Randbereich (2.1) aufweisen, wobei die Einzelzellen (1) im Zellverbund (5) von zwischen den Einzelzellen (1) angeordneten Rahmenelementen (4) fixiert sind, wobei in einem ersten Verfahrensschritt die Einzelzellen (1) in ein jeweiliges Rahmenelement (4) eingelegt werden, in einem zweiten Verfahrensschritt die Rahmenelemente (4) mit den eingelegten Einzelzellen (1) nebeneinander angeordnet und zueinander bündig ausgerichtet werden und in einem dritten Verfahrensschritt die Einzelzellen (1) des Zellverbunds (5) zueinander ausgerichtet werden, indem jede der Einzelzellen (1) bezüglich des Rahmenelements (4) verschoben wird bis die Einzelzelle (1) an einer Haltenase (4.2) des Rahmenelements (4) anschlägt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

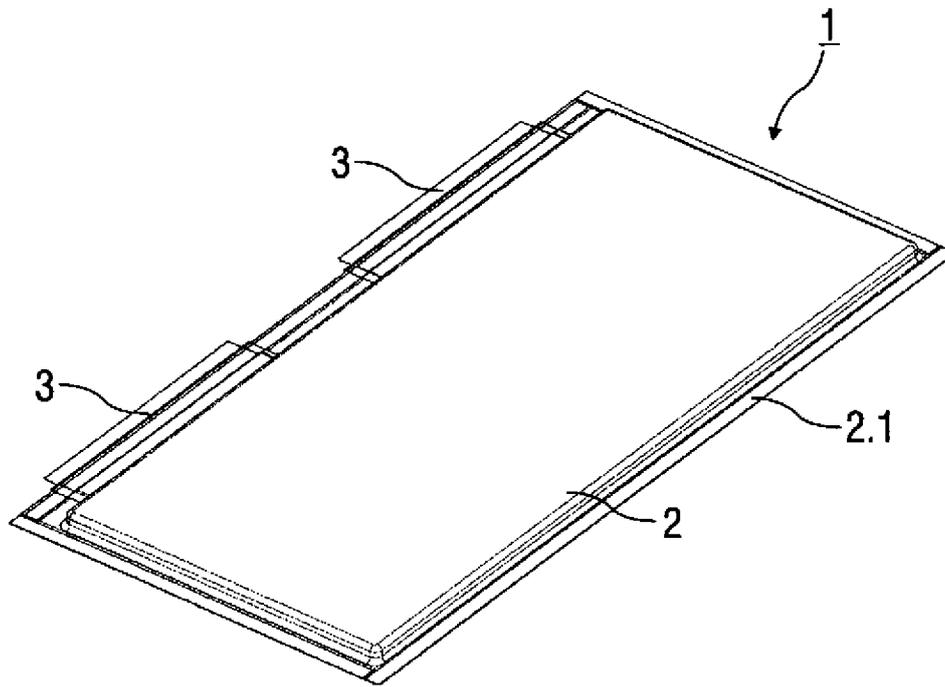


FIG 1
Stand der Technik

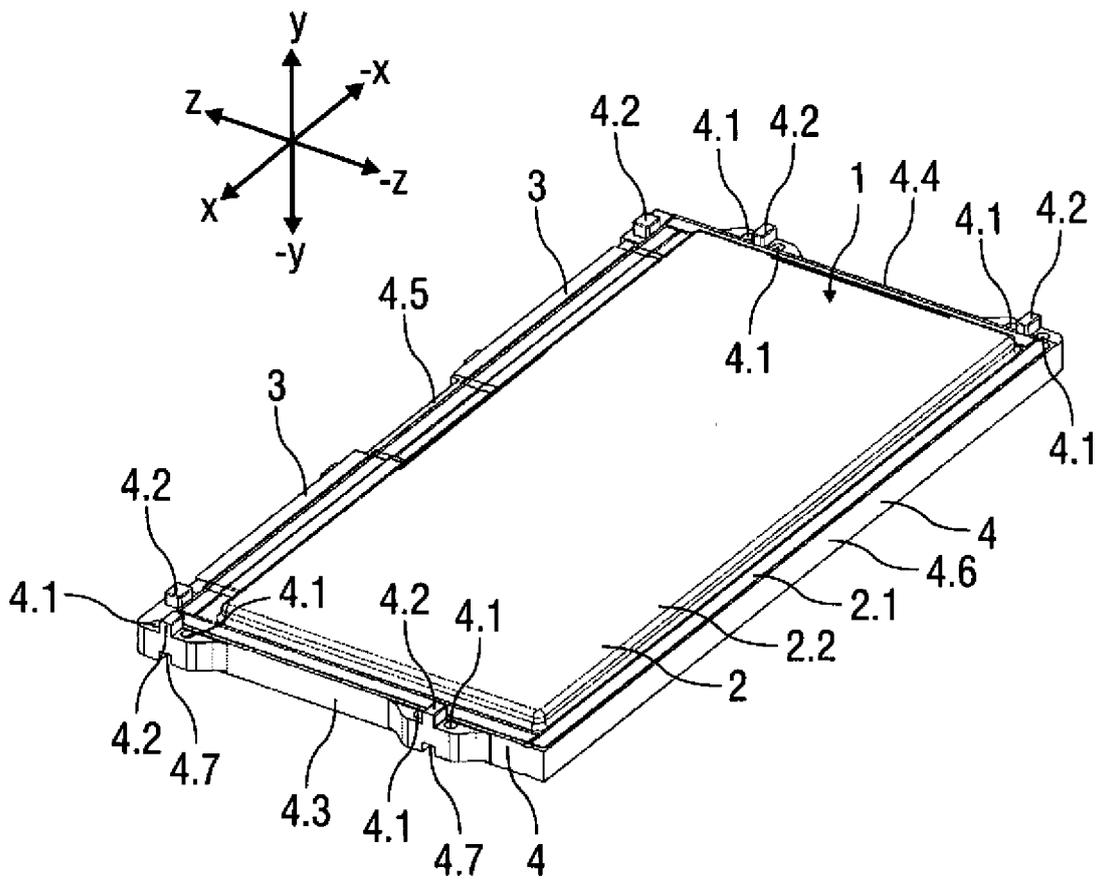


FIG 2

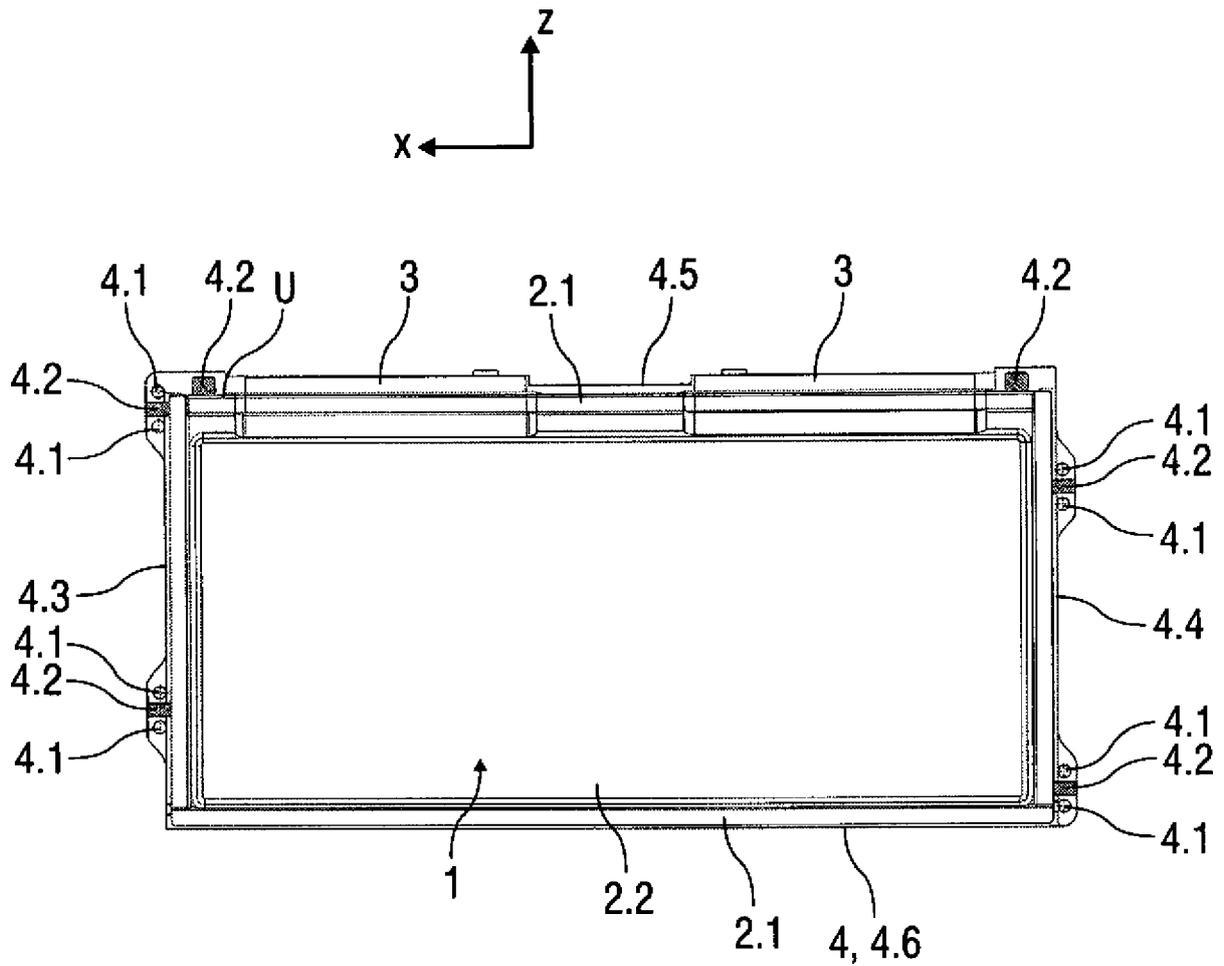
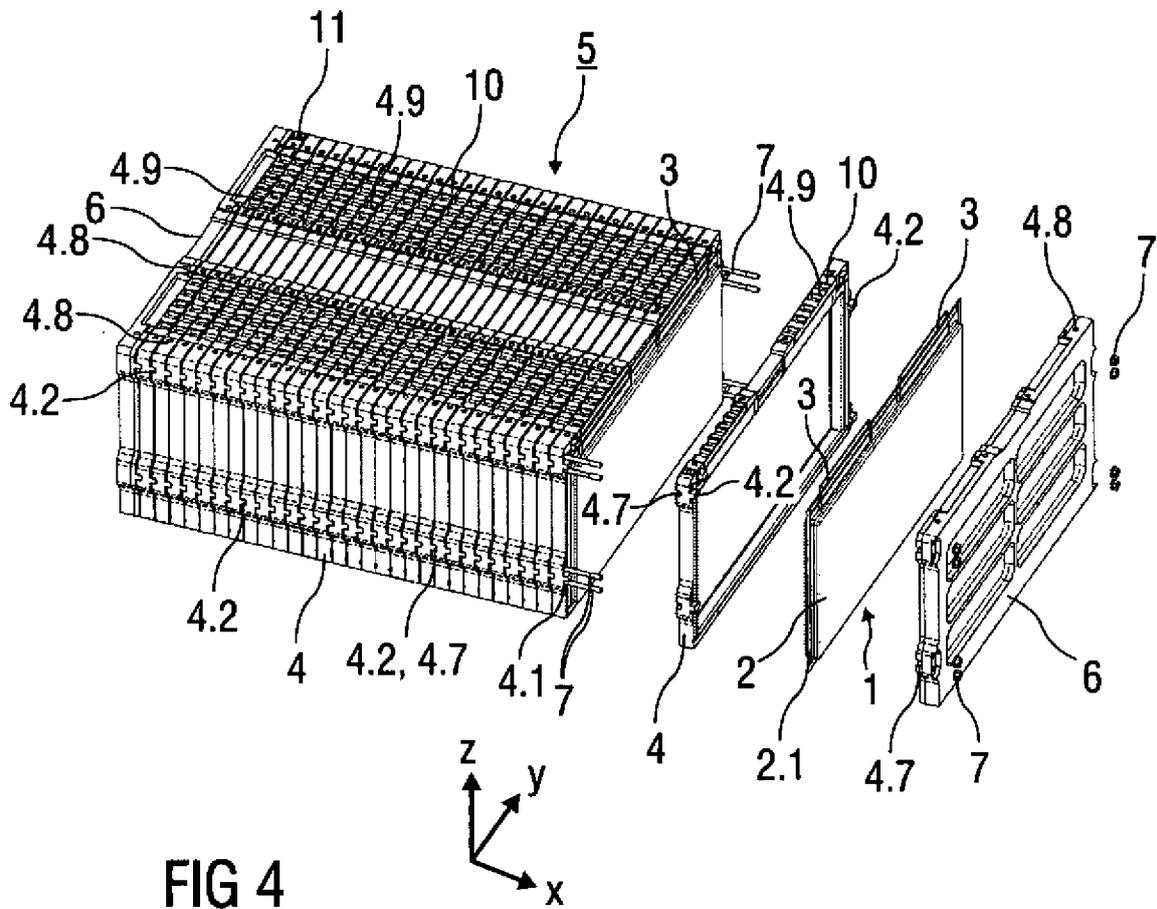


FIG 3



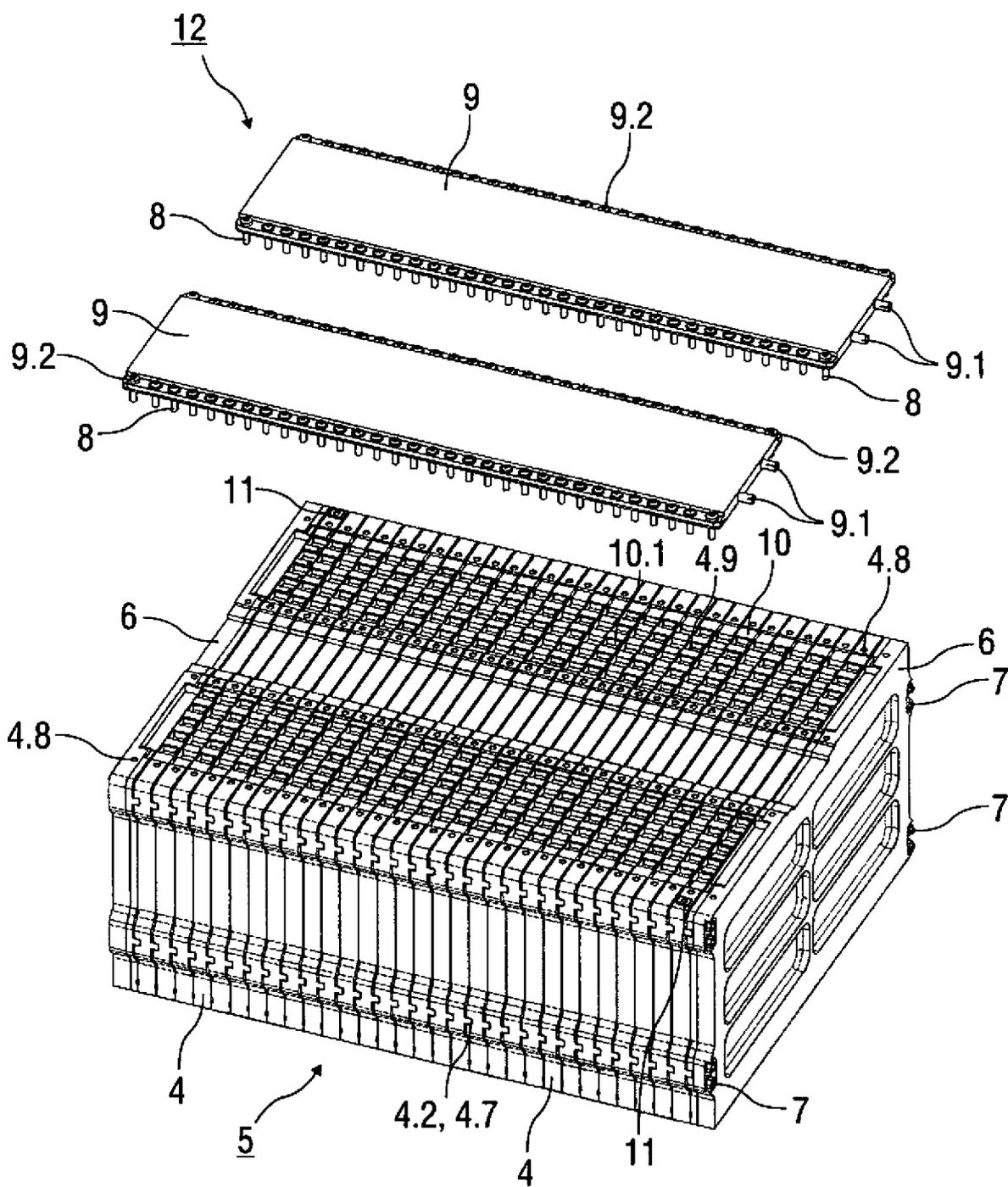


FIG 5

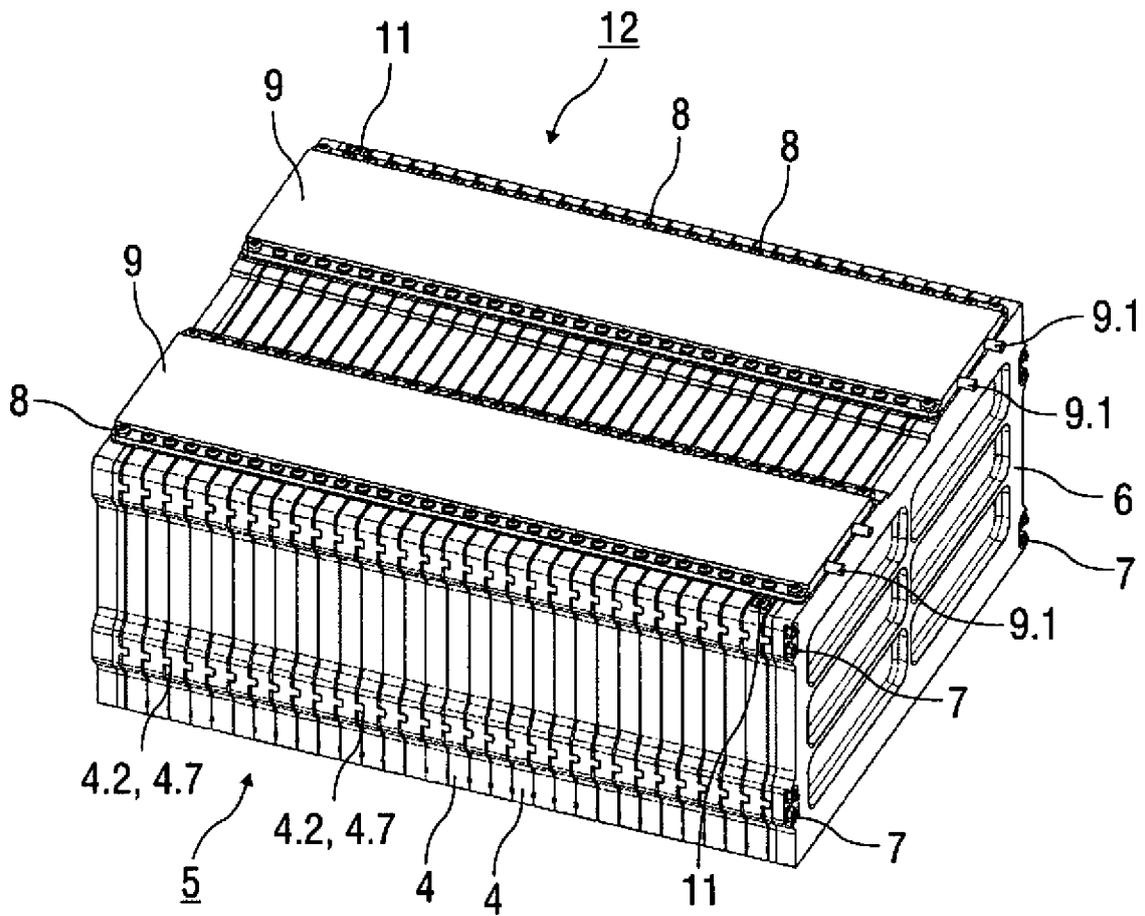


FIG 6

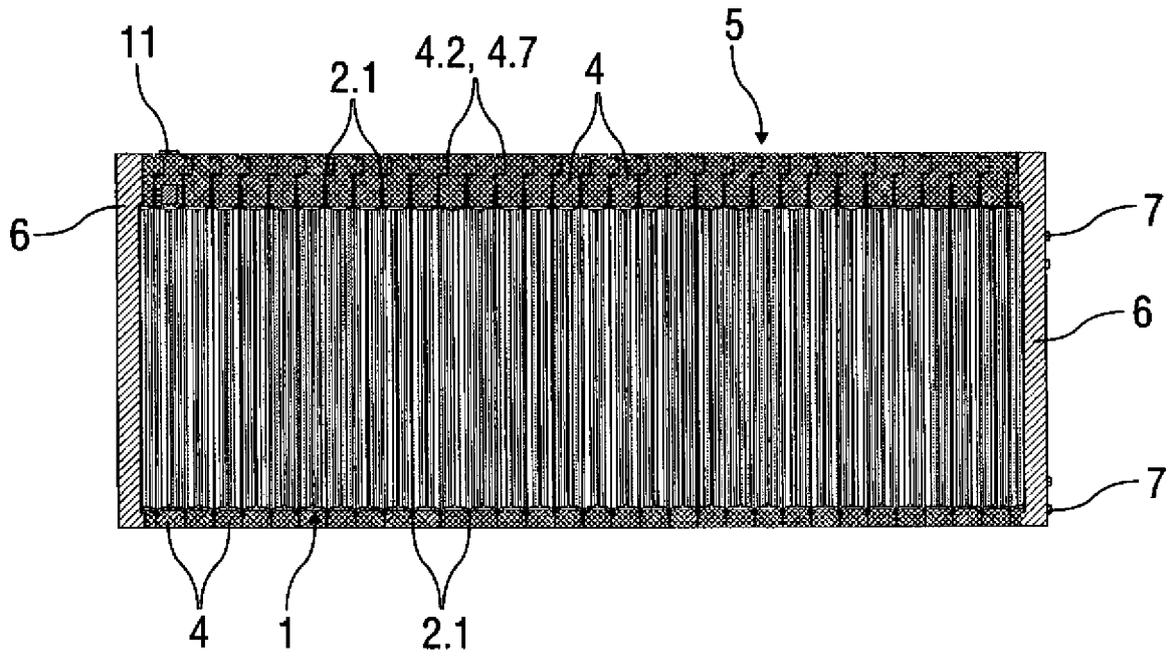


FIG 7

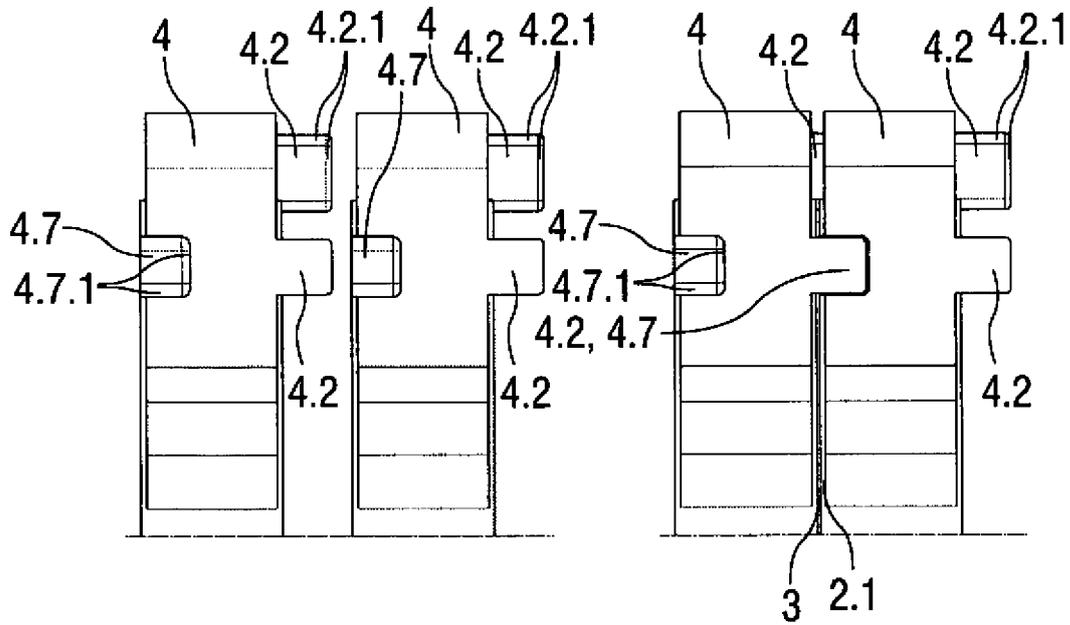
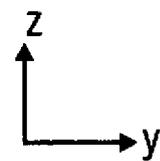


FIG 8A

FIG 8B



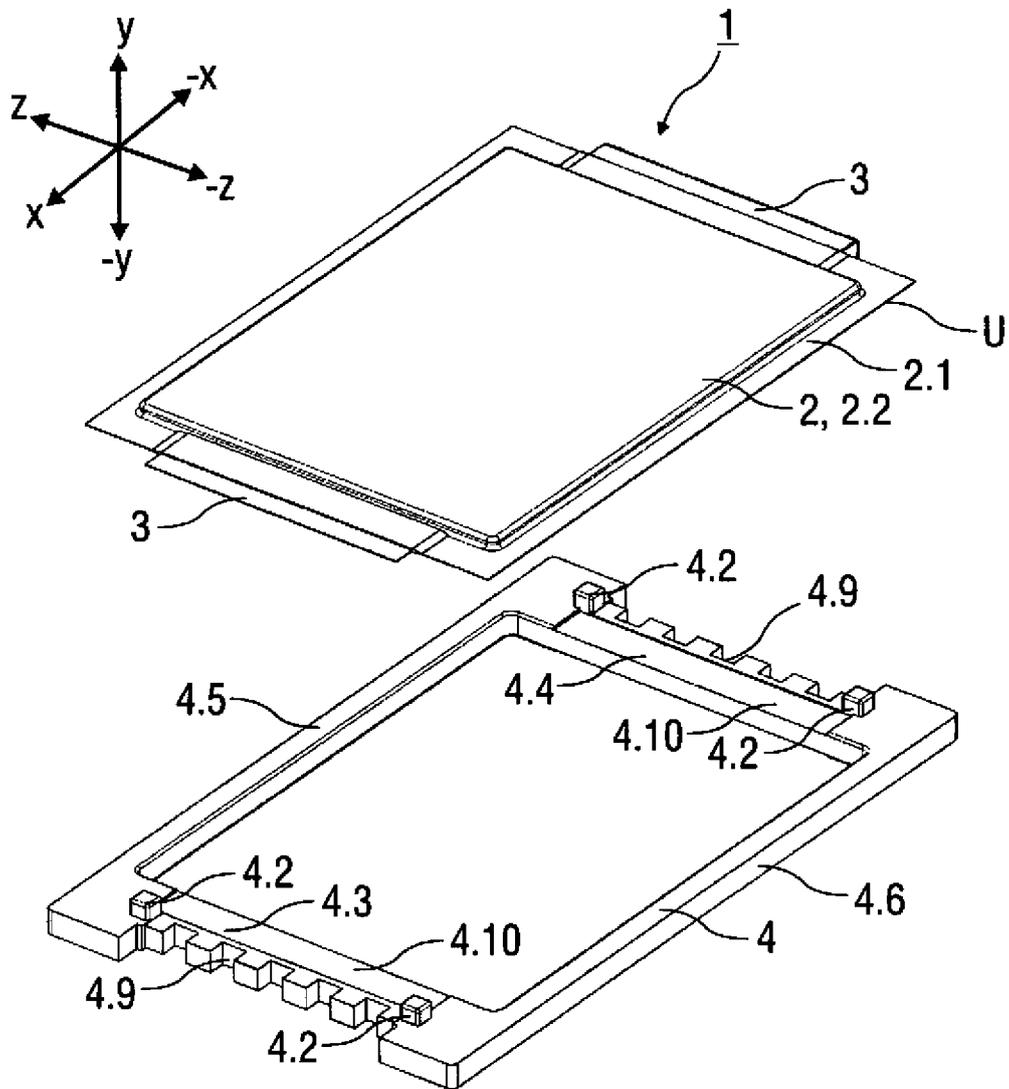


FIG 9

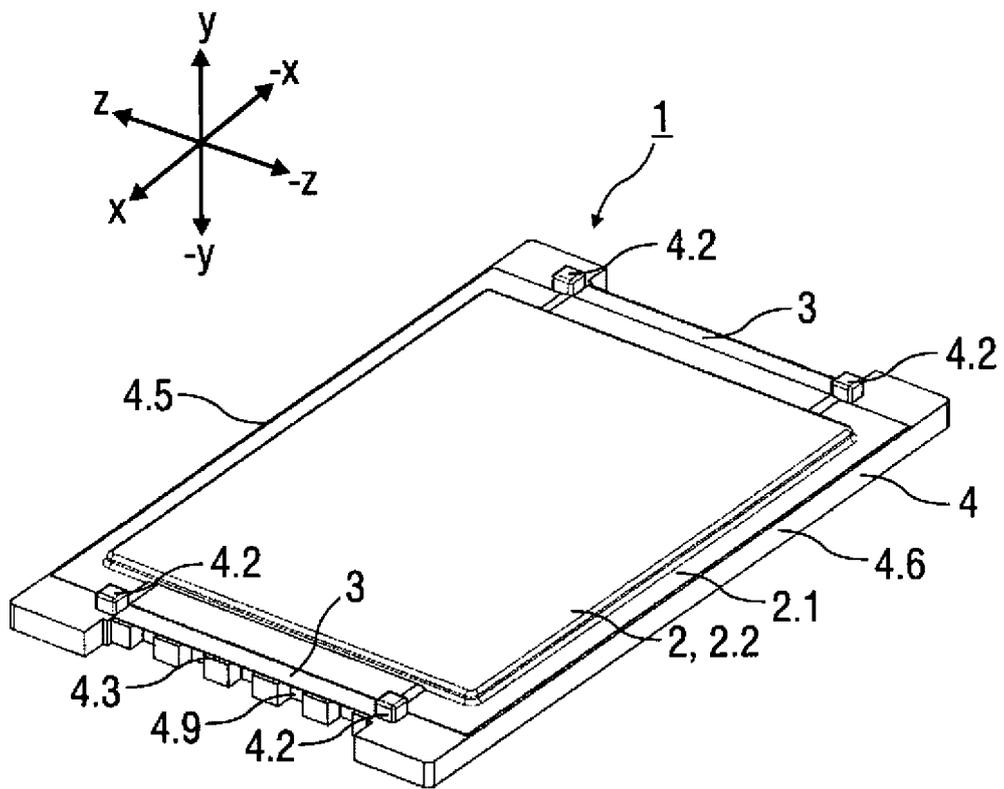


FIG 10

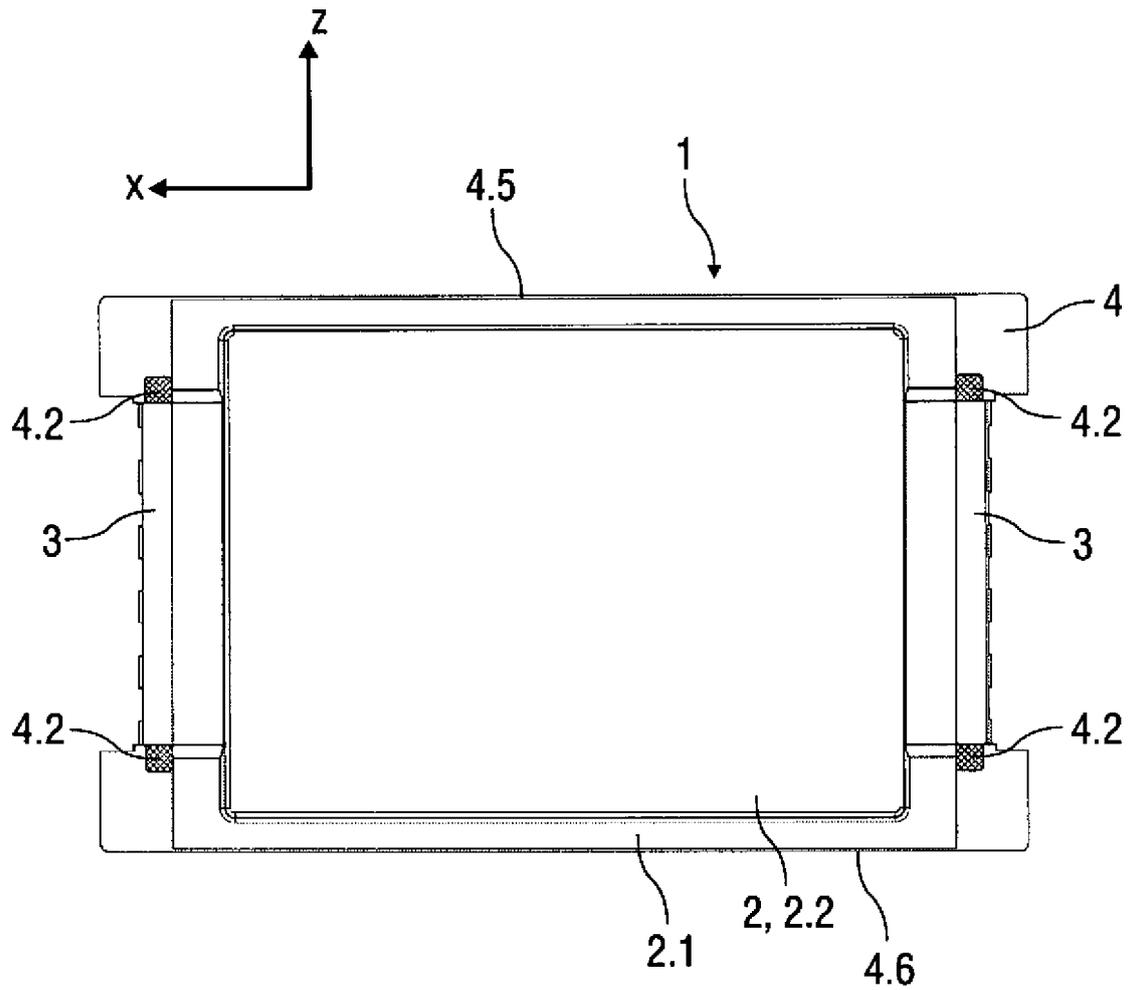


FIG 11