



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2009 037 726.3

(51) Int Cl.⁸: H01M 2/02 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 17.08.2009

H01M 2/20 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 24.02.2011

(71) Anmelder:

Li-Tec Battery GmbH, 019117 Kamenz, DE

(72) Erfinder:

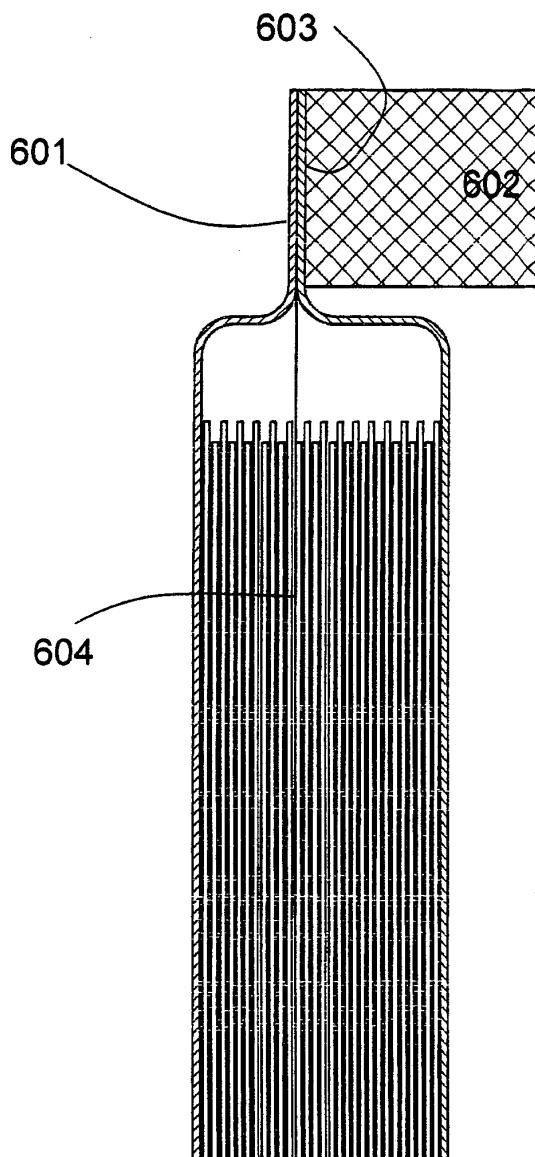
Schäfer, Tim, 99762 Niedersachswerfen, DE;
Gutsch, Andreas, Dr., 59348 Lüdinghausen, DE

(74) Vertreter:

Wallinger Ricker Schlotter Foerstl, 80331
München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Galvanische Zelle mit Rahmen und Verfahren zu ihrer Herstellung



(57) Zusammenfassung: Ein Rahmen für eine galvanische Zelle aus einem Elektrodenstapel mit einer folienartigen Verpackung, aus der wenigstens zwei Ableiter herausgeführt sind, ist so ausgestaltet, dass er mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle fest verbunden werden kann. Bei der Herstellung einer solchen galvanischen Zelle wird beim Verschließen der Verpackung ein Rahmen fest mit der Verpackung verbunden.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine galvanische Zelle, mit einem Rahmen und ein Verfahren zu ihrer Herstellung. Bekannt sind flach und rechteckig gebaute Zellen (Batteriezellen, Kondensatoren, etc.), deren elektrochemisch wirksamer Inhalt von einer folienartigen Verpackung, beispielsweise einer dünnen Aluminiumfolie, die beidseitig kunststoffbeschichtet ist, umgeben ist, durch die elektrische Anschlüsse in Blechform (sog. „Ableiter“) geführt sind. Im Unterschied zu anderen Zellbauformen ist die Verpackung solcher Zellen nicht spannungsführend, da die Ableiter isoliert durch die Verpackung geführt werden. Derart aufgebaute Batteriezellen werden auch als Pouch- oder auch als Coffeebag-Zellen bezeichnet.

[0002] Bei verschiedenen Anwendungen, z. B. in Elektro- oder Hybridfahrzeugen, sind einzelne galvanische Zellen in Reihe und bzw. oder parallel geschaltet und befinden sich häufig mit einer dazugehörigen Elektronik in einem Gehäuse. Wegen der häufig nicht sehr hohen mechanischen Belastbarkeit der in eine Folie eingeschweißten Pouchzellen können diese häufig nicht direkt ins Batteriegehäuse eingebaut werden, sondern müssen zunächst durch geeignete Stützkonstruktionen mechanisch stabilisiert werden.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Anwendung und die Behandlung galvanischer Zellen zu erleichtern und die mit der Empfindlichkeit ihrer Verpackungsfolie verbundenen Probleme zu entschärfen oder möglichst zu lösen. Diese Aufgabe wird durch ein Erzeugnis bzw. ein Verfahren nach einem der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0004] Erfindungsgemäß ist ein Rahmen für eine galvanische Zelle vorgesehen. Die Zelle besteht dabei im Wesentlichen aus einem Elektrodenstapel und einer folienartigen Verpackung aus der wenigstens zwei Ableiter herausgeführt sind. Der Rahmen ist so ausgestaltet, dass er mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle fest verbunden werden kann. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer galvanischen Zelle wird beim Verschließen der Verpackung ein Rahmen fest mit der Verpackung verbunden.

[0005] Im Folgenden werden einige Begriffe erläutert, die in der weiteren Beschreibung in der Erfindung verwendet werden.

[0006] Der Begriff Elektrodenstapel wird als Bezeichnung für den elektrochemisch wirksamen Inhalt einer galvanischen Zelle jedweder Bauart verwendet. Im Gegensatz dazu wird unter der Verpackung einer Zelle das nicht an der elektrochemischen Reaktion beteiligte Material verstanden, das den Elektrodenstapel von der Umwelt abschließt.

[0007] Wenn in diesem Zusammenhang von einer folienartigen Verpackung die Rede ist, dann sollen darunter alle Arten von Verpackungen oder Einschlüssen verstanden werden, die den Zweck erfüllen, den Elektrodenstapel mit einem vorzugsweise geringen Materialeinsatz wirkungsvoll gegen die Umgebung abzuschirmen und abzuschließen. Der Abschluss soll dabei gegen einen Transfer von Materie und von elektrischen Strömen wirken. Unter diesen Begriff fallen auch aber nicht ausschließlich Folien im üblichen Sinn, insbesondere auch kunststoffbeschichtete Metallfolien.

[0008] Als Ableiter werden im Sinne der vorliegenden Erfindung elektrische Leiter bezeichnet, die durch die Verpackung nach außen geführt werden, damit ein Transport von elektrischer Ladung in die Zelle oder aus der Zelle stattfinden kann.

[0009] Unter einem Rahmen im Sinne der vorliegenden Erfindung soll jede konstruktive Einrichtung verstanden werden, die geeignet ist, die Zelle mechanisch gegen Umwelteinflüsse zu stabilisieren und die bei der Herstellung der Zelle mit der Verpackung der Zelle fest verbunden werden kann. Wie die Wortwahl bereits andeutet, ist ein Rahmen vorzugsweise eine im Wesentlichen rahmenförmige Einrichtung, deren Funktion im Wesentlichen darin besteht, einer galvanischen Zelle mechanische Stabilität zu verleihen.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und mithilfe von Figuren näher beschrieben. Dabei zeigt

[0012] [Fig. 1](#) eine Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Zelle mit integriertem Rahmen von vorn;

[0013] [Fig. 2](#) eine Ansicht des gleichen Ausführungsbeispiels von hinten;

[0014] [Fig. 3](#) eine Explosionsdarstellung dieser Zelle von vorn und

[0015] [Fig. 4](#) eine Explosionsdarstellung dieser Zelle von hinten;

[0016] [Fig. 5](#) eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der Rahmen mit der nach außen verlängerten Innenseite der Verpackungsfolie verschweißt ist;

[0017] [Fig. 6](#) eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der Rahmen mit der Außenseite der Verpackungsfolie im Bereich der Siegelung der beiden Folien verschweißt ist;

[0018] [Fig. 7](#) den prinzipiellen Aufbau einer typi-

schen Verpackungsfolie galvanischer Zellen;

[0019] [Fig. 8](#) den Aufbau eines Zellenblocks aus galvanischen Zellen nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0020] [Fig. 9](#) eine Ansicht einer galvanischen Zelle gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einem Rahmen mit Löchern für einen Zuganker und Ableitern, die teilweise um den Rahmen gebogen und kraftschlüssig kontaktiert sind;

[0021] [Fig. 10](#) eine Explosionsdarstellung der in [Fig. 9](#) gezeigten Zelle;

[0022] [Fig. 11](#) die Ansicht eines Zellenblocks aus einzelnen Zellen, wobei der Zuganker nicht dargestellt wurde;

[0023] [Fig. 12](#) eine Schnittdarstellung des in [Fig. 11](#) gezeigten Zellenblocks;

[0024] [Fig. 13](#) die Ansicht einer erfindungsgemäß Zelle nach einem weiteren Ausführungsbeispiels bei dem die Ableiter parallel zur Schweißung der Folie herausgeführt und kraftschlüssig kontaktiert sind;

[0025] [Fig. 14](#) eine Explosionsdarstellung der in [Fig. 13](#) gezeigten Zelle;

[0026] [Fig. 15](#) eine weitere Explosionsdarstellung dieser Zelle;

[0027] [Fig. 16](#) verschiedene Schnittbilder durch eine galvanische Zelle nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und eine Schnittführungsskizze;

[0028] [Fig. 17](#) eine Schnittdarstellung durch eine Zelle nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Vergrößerung des Rahmenbereichs;

[0029] [Fig. 18](#) einen Zellenblock aus zellengemäß [Fig. 13](#);

[0030] [Fig. 19](#) eine Schnittführungsskizze zur Erläuterung der Schnittführung bei der Erzeugung des in [Fig. 20](#) dargestellten Schnitts und eine weitere Schnittführungsskizze zur Erläuterung der Schnittführung bei der Erzeugung der in [Fig. 16](#) dargestellten Schnitte.

[0031] [Fig. 20](#) eine Schnittdarstellung durch den in [Fig. 18](#) dargestellten Zellenblock

[0032] [Fig. 21](#) einen vergrößerten Ausschnitt der Darstellung in [Fig. 20](#);

[0033] [Fig. 22](#) die Verschweißung des Randes einer Pouchzelle zwischen 2 Siegelbalken (Stand der Technik)

[0034] [Fig. 23](#) eine schematische Darstellung der Verschweißung einer Pouchzelle mit einem Rahmen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Verbindung der Außenseite der Verpackungsfolie der Zelle mit dem Rahmen gleichzeitig mit Verschluss der Zelle vorgenommen wird;

[0035] [Fig. 24](#) eine schematische Darstellung der Verschweißung einer Pouchzelle mit einem Rahmen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Verbindung der Innenseite der Verpackungsfolie der Zelle mit dem Rahmen vorgenommen wird, nachdem die Zelle bereits vorher zugeschweißt wurde;

[0036] [Fig. 25](#) eine schematische Darstellung der Verschweißung einer Pouchzelle mit einem Rahmen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Verbindung der Außenseite der Verpackungsfolie der Zelle mit dem Rahmen vorgenommen wird, nachdem die Zelle bereits vorher zugeschweißt wurde;

[0037] [Fig. 26a](#) das Ergebnis der in [Fig. 23](#) dargestellten Verschweißung der Innenseite der überstehenden Verpackungsfolie der Zelle mit dem Rahmen, wobei die Schweißnaht parallel zur Zelle verläuft, in einer Schrägangsicht;

[0038] [Fig. 26b](#) eine Ausschnittsvergrößerung der [Fig. 26a](#);

[0039] [Fig. 27](#) einen Schnitt durch den Rahmenbereich des in [Fig. 26a](#) dargestellten Ausführungsform;

[0040] [Fig. 28](#) eine Explosionsdarstellung der in [Fig. 26a](#) gezeigten Ausführungsform;

[0041] [Fig. 29a](#) eine Darstellung der in [Fig. 26a](#) gezeigten Ausführungsform mit schraffierter Darstellung der Fügefäche zum Rahmen;

[0042] [Fig. 29b](#) eine Ausschnittsvergrößerung der [Fig. 29a](#);

[0043] [Fig. 30a](#) das Ergebnis der in [Fig. 24](#) dargestellten Verschweißung der Innenseite der überstehenden Verpackungsfolie der Zelle mit dem Rahmen, wobei die Schweißnaht senkrecht zur Zelle verläuft, in einer Schrägangsicht;

[0044] [Fig. 30b](#) eine Ausschnittsvergrößerung der [Fig. 30a](#);

[0045] [Fig. 31](#) einen Schnitt durch den Rahmenbereich des in [Fig. 30a](#) dargestellten Ausführungsform;

[0046] [Fig. 32](#) eine Explosionsdarstellung der in [Fig. 26a](#) gezeigten Ausführungsform;

[0047] [Fig. 33a](#) eine Darstellung der in [Fig. 30a](#) gezeigten Ausführungsform mit schraffierter Darstellung der Fügefläche zum Rahmen; und

[0048] [Fig. 33b](#) eine Ausschnittsvergrößerung der [Fig. 33a](#).

[0049] Die Erfindung geht von einer galvanischen Zelle aus, die im Wesentlichen aus einem Elektrodenstapel mit einer folienartigen Verpackung besteht, aus der wenigstens zwei Ableiter herausgeführt sind. Eine solche galvanische Zelle wird erfindungsgemäß durch einen Rahmen stabilisiert, der so ausgestaltet ist, dass er mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle fest verbunden werden kann. Bei entsprechender Ausgestaltung einiger Ausführungsformen der Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass die galvanischen Zellen nicht erst beim Einbau in eine Batterie durch eine dann herzustellende Verbindung mit einem Rahmen oder einem Gestell stabilisiert werden, sondern dass die Zelle bereits vor dem Einbau in einen Zellenblock durch den erfindungsgemäßen Rahmen stabilisiert ist. Das erfindungsgemäße Verfahren, demzufolge der Rahmen bereits beim Verschließen der Verpackung mit der Zelle verbunden wird hat ferner den Vorteil, dass die Zelle bereits im weiteren Fertigungsprozess, d. h. bei ihrer Füllung, bei der Formierung, beim planmäßigen Altern („aging“) oder beim sog. „grading“ bereits gegen mechanische Einflüsse geschützt ist.

[0050] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Rahmenverbindung der Zelle eignen sich je nach Anwendungszweck insbesondere stoffschlüssige Verfahren wie z. B. Klebungen oder ähnliche Verfahren. Vorzugsweise kann der Rahmen auch durch eine Heißpressung oder Heißsiegelung, die vorzugsweise durch ein partielles Aufschmelzen einer zwischen den Fügepartnern befindlichen thermoplastischen Schicht mit nachfolgender Erkaltung unter Druckkraft ausgeführt wird, mit der Verpackungsfolie verbunden werden, die häufig ohnehin mit einer entsprechenden, hierfür geeigneten Beschichtung versehen ist.

[0051] Unter dem Begriff Heißsiegeln versteht man ein Verfahren zum Verbinden thermoplastischer Schmelzsichten von Verpackungsmaterialien (z. B. Verbundfolien), vorzugsweise durch Heißpressen. Das Heißsiegeln ist in der Verpackungstechnologie ein bedeutendes Verfahren zum Verschweißen von Folien. Man unterscheidet im Wesentlichen die folgenden beiden Varianten:

- a) Siegeln mit Heizstab oder Heizlineal zwischen Siegelbacken, auch als Kontaktsiegeln bezeichnet, und
- b) Impulssiegeln.

[0052] Bei der ersten Variante trägt eine vorzugsweise bewegliche Siegelbacke einen beheizten Stab.

Eine vorzugsweise feststehende untere Siegelbacke ist häufig mit einer Oberfläche aus elastischem Material ausgerüstet, um Unebenheiten in der Siegelnahrt auszugleichen. Siegelemente dieser Art werden in vielen marktgängigen Maschinen zur Herstellung und zum Verschließen von Beuteln und in Form-, Füll-, und Verschließmaschinen eingesetzt.

[0053] Bei sehr langen Siegelnähten müssen die Heizstäbe häufig äußerst maßgenau und ohne jede Abweichung gearbeitet sein, um einen gleichmäßigen Druck über die gesamte Siegelfläche zu gewährleisten. Um saubere Siegelnähte zu erzielen, werden die Folien vor Eintritt in das Siegelwerkzeug häufig mit Hilfe von Streckvorrichtungen flachgelegt. Eine andere Möglichkeit ist die Anwendung von Heizstäben mit sägeartiger Siegelfläche, jedoch besteht dann die Gefahr der Lochbildung.

[0054] Für die federnde Oberfläche der feststehenden, kalten Siegelbacke hat sich Silikongummi bewährt. Oft gibt man diesem Gegendruckbalken eine leicht gewölbte Form. Beim Siegelnvorgang wird zunächst in der Mitte der Siegelnahrt ein Druck aufgebaut, der sich beim Schließen des Werkzeugs zu den Rändern hin ausbreitet. So soll eine optimale Siegelnahrt erzeugt werden. Außerdem sollen kleine Flüssigkeitströpfchen aus dem Siegelbereich herausgedrückt werden, die durch Entstehung von Wasserdampf die Siegelnahrt zerstören würden.

[0055] Beim Impulssiegeln wird die Temperatur der Siegelbalken nur für einen eher kurzen Moment und nicht über den gesamten Siegelzyklus aufrechterhalten. Die nötige Wärme wird durch zwei kleine Widerstandselemente auf beiden Siegelbacken erzeugt.

[0056] Sobald das Siegelwerkzeug über der zu siegelnden Folie geschlossen ist, wird durch einen kurzen Stromstoß die Verschweißung durchgeführt. Im Vergleich zu den Heizstabsiegeln ist die Zeit der Wärmeinwirkung kürzer und die überschüssige Wärme wird sofort abgeleitet. Die Siegelfläche des Werkzeugs kann noch durch eine dünne, isolierende Folie aus hitzebeständigem Material abgedeckt sein, um ein Festkleben des gesiegelten Materials zu verhindern.

[0057] Durch eine großflächige Anbindung der Verpackungsfolie an den Rahmen lassen sich mechanische Spannungsspitzen, die bei der Belastung der Konstruktion ansonsten leicht entstehen könnten, weitgehend vermeiden. Die Verbindung zum Rahmen kann an der Innenseite der Verpackungsfolie vorgenommen werden, die häufig mit Polypropylen beschichtet ist. [Fig. 5](#) zeigt eine solche Verbindung des Rahmens mit der Innenseite der Verpackungsfolie.

[0058] Gemäß einer anderen Ausführungsform der

Erfindung ist es auch möglich, den Rahmen mit der Außenseite der Verpackung zu verbinden, die häufig mit Polyamid beschichtet ist. Eine solche Ausführungsform der Erfindung ist in [Fig. 6](#) dargestellt.

[0059] Weiterhin ist es vorteilhaft, den Verschluss der Zelle, d. h. die Verbindung der beiden Teile der Verpackungsfolie und die Verbindung mit dem Rahmen in einem Arbeitsschritt vorzunehmen.

[0060] Zur Vereinfachung des Aufbaus eines Zellenblocks aus erfindungsgemäßen galvanischen Zellen ist es vorteilhaft und deshalb bevorzugt, den Rahmen mit entsprechenden Formelementen wie z. B. Nasen oder Senkungen zu versehen die auf beispielsweise zwei Seiten des Rahmens so angeordnet sind, dass die entsprechenden Formelemente ineinander passend eingreifen können und so den Zusammenbau des Zellenblocks durch eine Förderung der bestimmungsgemäßen Ausrichtung der Zellen unterstützen.

[0061] Die erfindungsgemäßen Rahmen können an geeigneten Stellen vorzugsweise mit Bohrungen oder anderen Durchbrüchen versehen sein, durch die Zuganker eingebracht werden können, die den Zellenblock zusammenhalten.

[0062] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welcher der Rahmen vorzugsweise aus Kunststoff ausgeführt ist und mit der Innenseite der Verpackungsfolie über eine Heißpressung verbunden. Die mit dem Rahmen verbundene Hälfte der Verpackungsfolie besteht bei diesem Ausführungsbeispiel über die andere Hälfte umlaufend über, wie dies in [Fig. 5](#) dargestellt ist.

[0063] [Fig. 1](#) zeigt eine dreidimensionale Ansicht einer Zelle nach diesem Ausführungsbeispiel mit einem integrierten Rahmen **102**, der mit der Verpackung der Zelle **103** verbunden ist. Aus der Verpackung heraus ragen die Ableiter **101** der Zelle. [Fig. 2](#) zeigt die gleiche Zelle von der anderen Seite. Entsprechend bezeichnen die Bezugssymbole **201**, **202** und **203** den Ableiter, den Rahmen und die Verpackung der Zelle. Eine Explosionsdarstellung dieser Zelle mit integriertem Rahmen zeigt [Fig. 3](#). Der Zellenstapel **301**, mit dem der Zellenkopf mit seinen beiden Elektrodenbündeln **304**, **305** elektrisch verbunden ist, und an dem die Ableiter **302**, **303** angebracht sind, wird von beiden Seiten von einer Verpackungsfolie mit Teilen **306** und **307** verschlossen, die mechanisch durch einen Rahmen **308** stabilisiert wird. Eine entsprechende Explosionsdarstellung von der anderen Seite zeigt [Fig. 4](#). Auch hier wird der Elektrodenstapel **401** mit den Elektrodenbündeln **404**, **405** und den daran angebrachten Ableitern **402**, **403** von den beiden Teilen **406**, **407** der Folienverpackung umhüllt und eingeschlossen und durch den Rahmen **408** stabilisiert.

[0064] Den prinzipiellen Aufbau einer typischen Verpackungsfolie für galvanische Zellen zeigt [Fig. 7](#). Eine Aluminiumfolie **702** ist von der einen Seite mit einem Polyamid **701** und von der anderen Seite mit einem Polypropylen **703** beschichtet. Andere Folien mit anderen Materialien, Schichtungen oder Beschichtungen sind selbstverständlich möglich.

[0065] Eine bevorzugte Ausführungsform eines Zellenblocks aus erfindungsgemäßen galvanischen Zellen mit integriertem Rahmen zeigt [Fig. 8](#). Ein kompletter Zellenblock **801** wird aufgebaut, indem einem im Aufbau befindlichen Zellenblock **802** weitere Zellen, wie z. B. die mit dem Bezugssymbol **803** versehene Zelle mit Rahmen hinzugefügt werden. Die Zelle **803** besteht aus der eigentlichen Zelle **804** mit Ableitern **805**, **806** die kraftschlüssig mit einem Rahmen **807** verbunden ist. Zur Stabilisierung des gesamten Zellenblocks werden Zuganker **808**, **809**, **810** und **811** durch entsprechende Bohrungen in den Rahmen hindurchgeführt.

[0066] Sind die Rahmen so ausgeführt, dass sie mit Strukturen wie z. B. Nasen oder Nuten versehen sind, die eine Zentrierung oder Ausrichtung der Zellen erleichtern, dann wird auch die Durchführung der Zuganker durch die Bohrungen erheblich erleichtert. In dieser Ausführungsform sind die Ableiter gewichts sparend um die Rahmen herumgelegt oder herumbogen, wodurch eine massive Kontaktleiste entbehrlich wird.

[0067] [Fig. 9](#) zeigt eine detaillierte Darstellung einer solchen Zelle mit Ableitern die um die Rahmen herumgelegt sind. Die Zelle **901** hat einen Ableiter **904** der um den Rahmen **902** herumgelegt ist. Der Rahmen ist mit einem Loch **903** zur Durchführung von Zugankern versehen. [Fig. 10](#) zeigt die gleiche Zelle in einer Explosionsdarstellung. Anders als in der Figur dargestellt, wird der Ableiter **1004** erst nach dem Anbringen des Rahmens **1002** um den Rahmen herum gebogen. [Fig. 11](#) zeigt einen Zellenblock aus galvanischen Zellen dieser Ausführungsform.

[0068] [Fig. 12](#) zeigt eine Schnittdarstellung des in [Fig. 11](#) gezeigten Zellenblocks. An dem Zellenkopf **1202** einer Zelle **1201** ist ein Ableiter **1204** angebracht, der um den Rahmen **1205** gebogen ist und mit einem Ableiter der angrenzenden Zelle elektrisch kontaktiert. Der gegenüberliegende Ableiter der Zelle **1201** ist nicht um den Rahmen **1205** gebogen und deshalb von dem Ableiter **1206** der angrenzenden Zelle elektrisch isoliert, welcher wiederum mit einem Ableiter der nächst angrenzenden Zelle elektrisch kontaktiert. Auf diese Weise ist es möglich, eine bestimmungsgemäße elektrische Verschaltung der Ableiter beim Zellenblockaufbau praktisch ohne weitere Hilfsmittel zu erreichen.

[0069] Noch weniger Raum benötigt eine Ausfüh-

rungsform der Erfindung die in [Fig. 13](#) gezeigt ist. Die Ableiter **1304** der Zelle **1301** sind parallel zur Schweißung aus der Verpackung herausgeführt und kraftschlüssig kontaktiert. Der Rahmen **1302** weist eine Bohrung **1303** zur Durchführung eines Zugankers auf. Eine Explosionsdarstellung dieser Ausführungsform zeigt [Fig. 14](#). Die Verpackung der Zelle **1401** weist an ihren Ecken spezielle Flächen **1405** auf, die für eine Heißpressung mit dem Rahmen **1402** geeignet sind. Die Ableiter **1404** der Zelle werden hierbei so platziert, dass eine bestimmungsgemäße Kontaktierung automatisch erfolgt. Die Verpackungsecken der Zelle können ferner mit Löchern **1406** zur Durchführung eines Zugankers versehen sein, die deckungsgleich mit entsprechenden Durchbrüchen **1403** im Rahmen **1402** platziert sind. Eine Explosionsdarstellung dieses Ausführungsbeispiels zeigt [Fig. 15](#). Der Elektrodenstapel **1501** mit Ableitern **1502**, **1503** wird zwischen einem Oberteil **1506** der Verpackung, einem Rahmen **1508** und einem Unterteil **1507** der Verpackung eingeschlossen. Oberteil und Unterteil der Verpackung sind mit in [Fig. 15](#) dargestellten Formelementen ausgestattet, die eine automatische bestimmungsgemäße Kontaktierung der Ableiter unterstützen.

[0070] [Fig. 16](#) zeigt drei verschiedene Schnittführungen **16a**, **16b** und **16c** durch eine im unteren Teil von [Fig. 19](#) dargestellte galvanische Zelle. Hierbei zeigt [Fig. 16a](#) die den Schnitt gemäß der Schnittführung entlang der Linie **1907**, [Fig. 16b](#) den Schnitt gemäß der Schnittführung entlang der Linie **1906** und [Fig. 16c](#) den Schnitt gemäß der Schnittführung entlang der Linie **1905**. [Fig. 16a](#) zeigt den Zellenstapel **1601** mit den Zellenköpfen **1602** und **1603**, [Fig. 16b](#) zeigt den Durchbruch **1605** durch den Rahmen **1604** und [Fig. 16c](#) zeigt den zu [Fig. 16a](#) senkrecht geführten Schnitt durch die Zelle.

[0071] [Fig. 17](#) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des Rahmenbereichs dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung. Dargestellt sind der Rahmen **1704**, der verbunden ist mit beiden Teilen der Verpackungsfolie **702**, **703** der Zelle **701**. [Fig. 18](#) zeigt einen Zellenstapel aus Zellen gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung. [Fig. 20](#) zeigt einen Schnitt durch den Zellenblock mit der im oberen Teil von [Fig. 19](#) dargestellten Schnittführung. [Fig. 19](#) zeigt eine Vergrößerung eines Auschnitts aus dieser Schnittdarstellung, in der deutlicher als in [Fig. 20](#) erkennbar ist, dass bei dieser Ausführungsform der Erfindung der Raum noch etwas effizienter genutzt wird. Durch im oberen Teil von [Fig. 21](#) erkennbare spezielle Formgestaltung des Ableiters **2107**, der elektrisch mit dem Ableiter **2108** der angrenzenden Zelle kontaktiert, wird ein nahezu spaltenfreier Aufbau des Zellenblocks ermöglicht. Erkennbar sind der Zellenstapel **2104**, die Unterseite der Verpackung **2105**, die Oberseite der Verpackung **2106**, der Rahmen **2101** bzw. **2103** mit dem Durchbruch **2102**.

[0072] Zur Herstellung einer erfindungsgemäßen galvanischen Zelle werden vorzugsweise der Rahmen und die Verpackung, vorzugsweise die Verpackungsfolie, übereinandergelegt und beispielsweise durch beheizbare Stempel oder Siegelbalken miteinander verpresst, d. h. durch Einwirken äußerer Kräfte miteinander vorzugsweise heißversiegelt oder auf andere Weise stoffschlüssig miteinander verbunden. Diese Vorgehensweise führt vorzugsweise zum partiellen Aufschmelzen der an der Verpackungsfolie vorzugsweise befindlichen thermoplastischen Schicht und bzw. oder zum partiellen Aufschmelzen der Oberfläche des Rahmens. Zu diesem Zweck ist der Rahmen beispielsweise an der Fügestelle vorzugsweise ebenfalls aus einem thermoplastischen Material gefertigt.

[0073] Thermoplaste, die auch als Plastomere bezeichnet werden, sind Kunststoffe, die sich in einem bestimmten Temperaturbereich unter Wäremeinwirkung verformen lassen. Diese Verformung kann häufig umgekehrt werden, d. h. sie kann durch Wiedererwärmung beispielsweise bis in den schmelzflüssigen Zustand nach einer Abkühlung wiederholt werden, so lange nicht durch eine Überhitzung eine thermische Zersetzung des Materials einsetzt. In dieser Eigenschaft unterscheiden sich Thermoplaste von sog. Duroplasten oder Elastomeren. Ein weiteres Charakteristikum von Thermoplasten ist die Schweißbarkeit dieser Materialien.

[0074] Thermoplaste lassen sich bei Einwirkung von Wärme und Druck verschweißen. Die zu verschweißenden Werkstoffe werden dabei über ihre Schmelztemperatur hinaus erwärmt und in einen fließfähigen Zustand gebracht.

[0075] Nach der Erwärmung der beteiligten Komponenten kann die Erkaltung dieser Materialien vorzugsweise durch einen aktiv kühlbaren Siegelbalken oder einen aktiv kühlbaren Stempel beschleunigt werden. Solche aktiv kühlbaren Stempel werden beispielsweise in der US 4,145,485 beschrieben. Die in dieser Schrift beschriebenen Stempel sind allerdings nur in einem Teilbereich kühlbar, in dem die elektrochemisch aktiven Teile der Zelle bei dem Vorgang der Heißversiegelung vor Überhitzung zu schützen sind.

[0076] Die in dieser Publikation beschriebenen Stempel oder Siegelbalken sind nicht in dem Bereich kühlbar, in dem bei der Heißversiegelung die Erwärmung stattfindet. Um eine effiziente Kühlung der Siegelbalken in der Phase des Erkaltens auch im Bereich der Heißversiegelung zu ermöglichen, sieht die vorliegende Erfindung gemäß einem Ausführungsbeispiel vor, die Siegelbalken beispielsweise mit heißer Luft zu beheizen und beispielsweise mit kühler oder gekühlter Luft zu kühlen. Durch ein zeitlich aufeinander folgendes Einblasen von heißer oder kalter Luft in Kühlkanäle im Stempel oder Siegelbalken

lässt sich eine rasche zeitliche Folge von Temperaturen in den Stempeln oder Siegelbalken erreichen. Anstelle von Luft können auch andere Wärmetransportmittel, wie beispielsweise Wasser oder andere Fluide, welche zum Wärmetransport besonders geeignet sind, verwendet werden.

[0077] Die zeitlich aufeinander folgende Erwärmung und anschließende Abkühlung einzelner Stellen eines zur Heißversiegelung verwendeten Werkzeugs kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung auch kombiniert werden mit der in der US 4,145,485 beschriebenen permanenten Kühlung im flächigen Bereich der flächigen galvanischen Zelle zu dem Zweck, die elektrochemisch aktiven Teile der Zelle vor Überhitzung zu schützen.

[0078] Die Verschweißung bzw. die Heißversiegelung der Verpackung mit dem Rahmen erfolgt vorzugsweise ausschließlich unter Wärmeeinwirkung und Einwirkung äußerer Druckkräfte ohne weitere Zusatzstoffe. Durch eine großflächige Anbindung der Verpackungsfolie an den Rahmen lässt sich die Entstehung von mechanischen Spannungspitzen bei einer mechanischen Belastung der Konstruktion vermeiden. Die Verbindung der Folie zum Rahmen kann vorzugsweise an der Innenseite **703, 2309, 2310, 2409, 2410, 2509, 2510** der Verpackungsfolie vorgenommen werden, die häufig mit Polypropylen beschichtet ist. Vorzugsweise steht eine Seite der Verpackungsfolie zu diesem Zweck – beispielsweise wie in den [Fig. 24](#) oder [Fig. 25](#) gezeigt – über.

[0079] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, die Außenseite **701, 2308, 2311, 2408, 2411, 2508, 2511** der Verpackungsfolie zur Verbindung mit dem Rahmen zu bringen, der häufig mit Polyamid beschichtet ist. Vorzugsweise ist die Außenseite **701, 2308, 2311, 2408, 2411, 2508, 2511** der Verpackungsfolie ebenfalls mit Polypropylen oder einem anderen geeigneten Thermoplastischen Werkstoff beschichtet, der im Heißsiegelungsprozess eine stoffschlüssige Verbindung mit dem Rahmen eingeht.

[0080] Bei anderen Ausführungsformen der Erfindung ist es vorgesehen, den Rahmen **2312, 2412, 2512** metallisch auszuführen. Durch eine geeignete Modifizierung der Kunststoffbeschichtung ist es auch in diesem Fall möglich, eine stoffschlüssige Verbindung mit der Verpackung herbeizuführen. Vorzugsweise wird dies in einem einzigen Arbeitsschritt erfolgen, in dem gleichzeitig die verschiedenen Teile der Verpackungsfolie untereinander und diese mit dem Rahmen stoffschlüssig verbunden werden.

[0081] Zur Vereinfachung des Aufbaus bzw. der Bildung eines Zellblocks aus mehreren galvanischen Zellen sieht ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vor, die Rahmen mit Nasen, Senkungen oder Aus-

nehmungen oder anderen Formgestaltungselementen so zu versehen, dass die galvanischen Zellen bei der Bildung eines Zellblocks seitlich gegeneinander versetzt ausgerichtet werden. Bevorzugt ist es ferner, in die Rahmen Bohrungen für durchgehende Zuganker einzubringen, welche die Zellen und die Rahmen bei der Montage ausrichten und nach einer Verspannung den Zellblock zusammenhalten.

[0082] [Fig. 22](#) zeigt eine schematische Darstellung der Verschweißung der Verpackungsfolie der galvanischen Zelle an ihrem Rand zwischen zwei Siegelbalken **2201, 2202**. Unter dem Einfluss der Druckkräfte **2205, 2206** und einer gleichzeitigen Erwärmung pressen die Siegelbalken **2201, 2202** die beiden Blätter der Verpackungsfolie gegeneinander. Die Verpackungsfolie besteht dabei vorzugsweise aus einer mittleren Schicht **2203, 2204**, die vorzugsweise aus Alufolie besteht, und zwei äußeren Schichten **2208, 2209, 2210, 2211**, die vorzugsweise aus Polyamid **2208, 2211** bzw. vorzugsweise aus Polypropylen **2209, 2210** bestehen. In der Fügezone **2207** wird das Polypropylen durch die Wärmeeinwirkung teilweise aufgeschmolzen, wodurch die stoffschlüssige Verbindung der beiden Teile der Zellenverpackung erfolgt. Diese Art der Zellenversiegelung ist grundsätzlich bekannt.

[0083] [Fig. 23](#) zeigt in schematischer Weise ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verschweißung der Verpackungsfolie mit dem Rahmen bei gleichzeitigem Verschluss der Verpackung der Zelle, vorzugsweise in einem einzigen Arbeitsschritt. Die Siegelbalken oder Stempel **2301, 2302** pressen mithilfe der Druckkräfte **2305, 2306** und unter Wärmeeinwirkung die beiden Blätter der Verpackungsfolie **2308, 2309, 2303, 2304, 2310, 2311** zusammen und drücken auch den Rahmen **2312** gegen die Außenseite **2311** der Verpackungsfolie. Unter Einwirkung der Druckkräfte und der Wärme erfolgt in der Fügezone **2307** zwischen den beiden Blättern der Verpackungsfolie und der Fügezone **2313** zwischen der Verpackungsfolie und dem Rahmen ein teilweises Aufschmelzen der dort befindlichen thermoplastischen Werkstoffe, was zu einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen den Blättern der Verpackungsfolie einerseits und zwischen einem Blatt der Verpackungsfolie und dem Rahmen andererseits in einem Arbeitsschritt führt. Anstelle eines beheizten Siegelbalkens **2302** auf der Seite des Rahmens kann auch ein einfacher Gegenhalter an dieser Stelle vorgesehen sein.

[0084] Bei dem in [Fig. 24](#) gezeigten weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden die beiden Blätter **2403, 2404** der Verpackungsfolie in einem ersten Schritt an ihren Innenseiten **2409, 2410** zugeschweißt oder auf andere Weise stoffschlüssig miteinander verbunden. In einem zweiten Schritt erfolgt die stoffschlüssige Verbindung mit dem Rahmen

2412, vorzugsweise durch Heißversiegelung mithilfe von Siegelbalken **2401**, **2402**, die unter Anwendung äußerer Kräfte **2405**, **2406** und unter Einwirkung von Wärme die innere Schicht **2409** des überstehenden Blattes der Verpackungsfolie der Zelle gegen den Rahmen **2412** presst und die Schicht **2409** in der Fügezone **2413**, vorzugsweise durch partielles Aufschmelzen thermoplastischer Werkstoffe mit dem Rahmen **2412** verschweißt oder auf andere Weise stoffschlüssig verbindet.

[0085] In [Fig. 24](#) nicht dargestellt ist eine Kombination der in [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) dargestellten Ausführungsbeispiele. Bei dieser vorteilhaften Kombination wird die Beschichtung **2411** der Verpackungsfolie **2404** ebenfalls in der zwischen der Schicht **2411** und dem Rahmen **2412** befindlichen Fügezone unterhalb der Fügezone **2407** stoffschlüssig mit dem Rahmen verbunden. Hierdurch ist eine weitere mechanische Stabilisierung der galvanischen Zelle mithilfe des Rahmens erzielbar.

[0086] [Fig. 25](#) zeigt in schematischer Weise ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem das untere Blatt **2504** der Verpackungsfolie über das obere Blatt **2503** übersteht und in einem ersten Arbeitsschritt mit diesem oberen Arbeitsblatt stoffschlüssig verbunden wurde. In ähnlicher Weise wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen erfolgt nun die stoffschlüssige Verbindung des unteren Blatts **2504** der Verpackungsfolie mit dem Rahmen **2512** in der Fügezone **2513**, indem die Stempel **2501**, **2502** unter Einwirkung größerer Kräfte **2505**, **2506** unter Wärmeeinwirkung das überstehende Blatt **2504** gegen den Rahmen **2512** pressen. Hierbei wird die äußere Folie **2511** und vorzugsweise auch eine entsprechende thermoplastische Schicht am Rahmen **2512** in der Fügezone **2513** teilweise aufgeschmolzen wodurch eine stoffschlüssige Verbindung zwischen der Folie und dem Rahmen entsteht.

[0087] Auch dieses Ausführungsbeispiel kann wieder mit dem in [Fig. 23](#) gezeigten Ausführungsbeispiel in einer hier in den Figuren nicht gezeigten Weise kombiniert werden, wobei eine stoffschlüssige Verbindung auch in einer unterhalb der Fügezone **2517** liegenden weiteren Fügezone erreicht werden kann.

[0088] [Fig. 26a](#) zeigt als Ergebnis der beschriebenen Verfahrensschritte eine galvanische Zelle **2601** und einen vergrößerten Ausschnitt **2602** in [Fig. 26b](#). Erkennbar ist die Verschweißung der Innenseite der überstehenden Verpackungsfolie **2604** mit dem Rahmen **2605** sowie die Kante **2603** in der Verpackung, die durch den Überstand der oberen Verpackungsfolie über die untere Verpackungsfolie zustande kommt.

[0089] [Fig. 27](#) zeigt eine Schnittdarstellung im Rah-

menbereich dieses Ausführungsbeispiels, bei dem die beiden Blätter der Verpackungsfolie mit den jeweiligen Schichten **2708**, **2709**, **2710**, **2711** in der Fügezone **2707** miteinander stoffschlüssig verbunden und in der Fügezone **2713** mit dem Rahmen **2712** stoffschlüssig verbunden sind. Vorzugsweise kann auch im Bereich der Fügezone **2707** unterhalb des unteren Blattes der Folie **2710**, **2711** eine stoffschlüssige Verbindung mit dem Rahmen vorliegen, wobei dies vorzugsweise durch eine Kombination in [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) gezeigten Ausführungsbeispiele erfolgt.

[0090] [Fig. 28](#) zeigt in schematischer Weise eine Explosionsdarstellung dieses Ausführungsbeispiels mit der galvanischen Zelle **2801**, ihren Ableitern **2803**, **2804** und dem Rand der Verpackungsfolie **2806**. Der Rahmen **2802** weist besondere Strukturelemente **2805** auf, beispielsweise in Form von Ausnehmungen im Rahmen, welche in ihrer Lage der Anordnung der Ableiter **2803**, **2804** entsprechen, so dass eine bestimmungsgemäße Kontaktierung dieser Ableiter erfolgen kann.

[0091] [Fig. 29a](#) zeigt eine Schrägdansicht der Rückseite einer galvanischen Zelle gemäß diesem Ausführungsbeispiel, in der die Fügefläche zum Rahmen schraffiert dargestellt ist. [Fig. 29b](#) zeigt eine Ausschnittsvergrößerung der unteren Ecke dieser galvanischen Zelle **2901** mit den schraffiert dargestellten Fügeflächen **2905**, **2906**, **2907** zum Rahmen. Die Ableiter **2903**, **2904** dieser Zelle **2901** ragen teilweise aus der Verpackungsfolie **2902** heraus.

[0092] [Fig. 30a](#) zeigt das Ergebnis des in [Fig. 24](#) verdeutlichten Herstellungsverfahrens in Form einer galvanischen Zelle **3001** und der Ausschnittsvergrößerung **3002** in [Fig. 30b](#). Erkennbar sind der Rahmen **3005** und die Kanten **3003**, **3004** der beiden Blätter der Verpackungsfolie.

[0093] [Fig. 31](#) zeigt eine Schnittdarstellung im Rahmenbereich des in [Fig. 30a](#) und [Fig. 30b](#) gezeigten Ausführungsbeispiels. Die beiden Blätter der Verpackungsfolie mit den inneren bzw. äußeren Schichten **3108**, **3109** bzw. **3110**, **3111** der galvanischen Zelle **3101** sind in der Fügezone **3107** miteinander stoffschlüssig verbunden, vorzugsweise heißversiegelt. Das Blatt mit den Schichten **3108**, **3109** steht über das andere Blatt hinaus und ist in der Fügezone **3113** mit dem Rahmen **3112** stoffschlüssig verbunden.

[0094] [Fig. 32](#) zeigt eine Explosionsdarstellung dieses Ausführungsbeispiels mit der galvanischen Zelle **3201**, ihren Ableitern **3203**, **3204**, der teilweise Verpackungsfolie **3206**, dem Rahmen **3202** und den am Rahmen **3205** vorzugsweise vorgesehenen Strukturen, die eine sachgerechte Verwendung der Ableiter **3203**, **3204** unterstützen sollen.

[0095] Die [Fig. 33a](#) zeigt eine Schrägdarstellung

dieses Ausführungsbeispiels, in der die Fügefläche zum Rahmen schraffiert dargestellt ist. [**Fig. 33b**](#) zeigt eine Ausschnittsvergrößerung der unteren Ecke der in [**Fig. 33A**](#) dargestellten galvanischen Zelle **3301**, den Ableitern **3303, 3304**, der Verpackungsfolie **3302** und den überstehenden Rändern der Verpackungsfolie **3305**, die in ihrer Fügezone **3306, 3307** schraffiert dargestellt ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 4145485 [[0075](#), [0077](#)]

Patentansprüche

1. Rahmen für eine galvanische Zelle, die im Wesentlichen aus einem Elektrodenstapel mit einer folienartigen Verpackung besteht, aus der wenigstens zwei Ableiter herausgeführt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rahmen so ausgestaltet ist, dass er mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle fest verbunden werden kann.

2. Rahmen nach Anspruch 1, der so ausgestaltet ist, dass er mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle stoffschlüssig verbunden werden kann.

3. Rahmen nach Anspruch 2, der so ausgestaltet ist, dass er mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle – ohne eine Zugabe zusätzlicher Stoffe – durch einen Heißsiegelvorgang stoffschlüssig verbunden werden kann.

4. Rahmen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der Strukturen aufweist, die eine bündige Ausrichtung von mit diesem Rahmen ausgestatteten Zellen beim Aufbau eines Zellenblocks unterstützen.

5. Rahmen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der Strukturen aufweist, die eine seitlich versetzte Ausrichtung von mit diesem Rahmen ausgestatteten Zellen beim Aufbau eines Zellenblocks unterstützen.

6. Rahmen nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit Durchbrüchen für die Durchführung von Zugankern beim Aufbau eines Zellenblocks.

7. Galvanische Zelle mit einem Rahmen nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Galvanische Zelle nach Anspruch 7, bei deren Verpackung an ihrer Innenseite mit dem Rahmen verbunden ist.

9. Galvanische Zelle nach Anspruch 7, bei deren Verpackung an ihrer Außenseite mit dem Rahmen verbunden ist.

10. Verfahren zur Herstellung einer galvanischen Zelle, bei dem ein Elektrodenstapel in eine folienartige Verpackung, aus der wenigstens zwei Ableiter herausgeführt werden, eingeschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass beim Verschließen der Verpackung ein Rahmen fest mit der Verpackung verbunden wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der Rahmen stoffschlüssig mit der Verpackung verbunden wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der

Rahmen mit der Verpackung der Zelle bei der Herstellung der Zelle – ohne eine Zugabe zusätzlicher Stoffe – durch einen Heißsiegelvorgang stoffschlüssig verbunden wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, bei dem der Rahmen und die Verpackung der Zelle übereinandergelegt und durch beheizbare Stempel miteinander verpresst werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die anschließende Erkaltung durch einen aktiv gekühlten Siegelbalken beschleunigt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, bei dem das Verschließen der Verpackung und das Verbinden der Verpackung mit dem Rahmen in einem Arbeitsschritt erfolgt.

16. Verfahren zum Aufbau eines Blocks aus einer Mehrzahl von galvanischen Zellen mit einem Rahmen nach Anspruch 4, bei dem die Zellen mit Hilfe von Strukturen des Rahmens bündig ausgerichtet werden.

17. Verfahren zum Aufbau eines Blocks aus einer Mehrzahl von galvanischen Zellen mit einem Rahmen nach Anspruch 5, bei dem die Zellen mit Hilfe von Strukturen des Rahmens seitlich versetzt ausgerichtet werden.

18. Verfahren zum Aufbau eines Blocks aus einer Mehrzahl von galvanischen Zellen mit einem Rahmen nach Anspruch 6, bei dem der Block mit Hilfe von Zugankern stabilisiert wird, die durch Durchbrüche in den Rahmen der Zellen hindurchgeführt werden.

19. Verfahren zum Aufbau eines Blocks aus einer Mehrzahl von galvanischen Zellen mit den Merkmalen der Ansprüche 16 und 18.

Es folgen 33 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

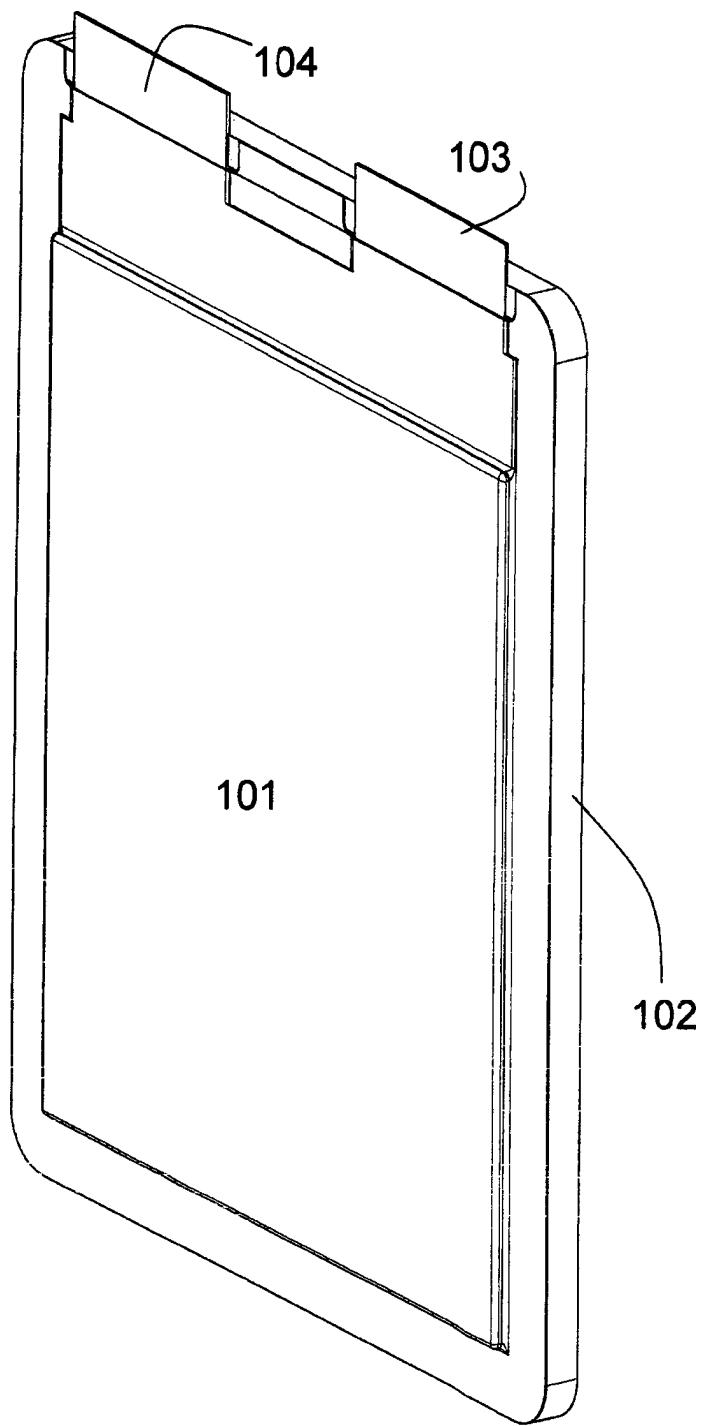


Fig. 1

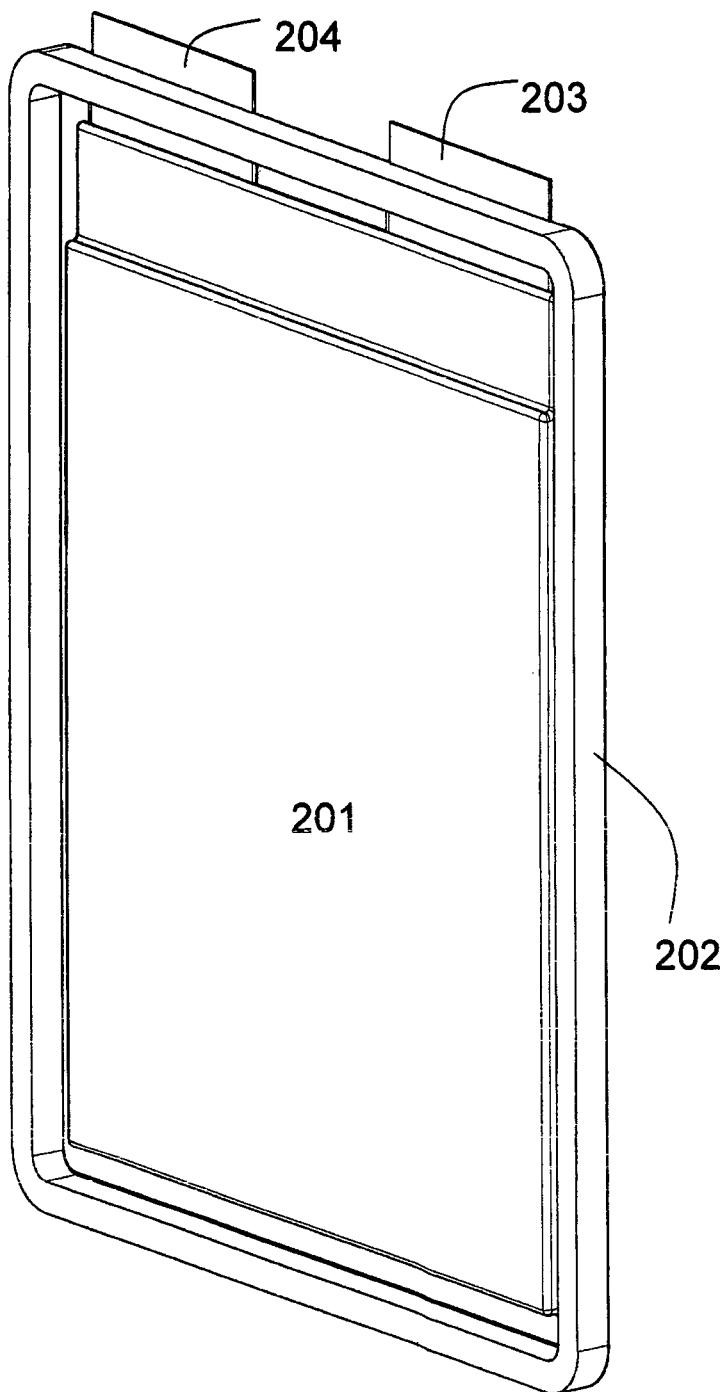


Fig. 2

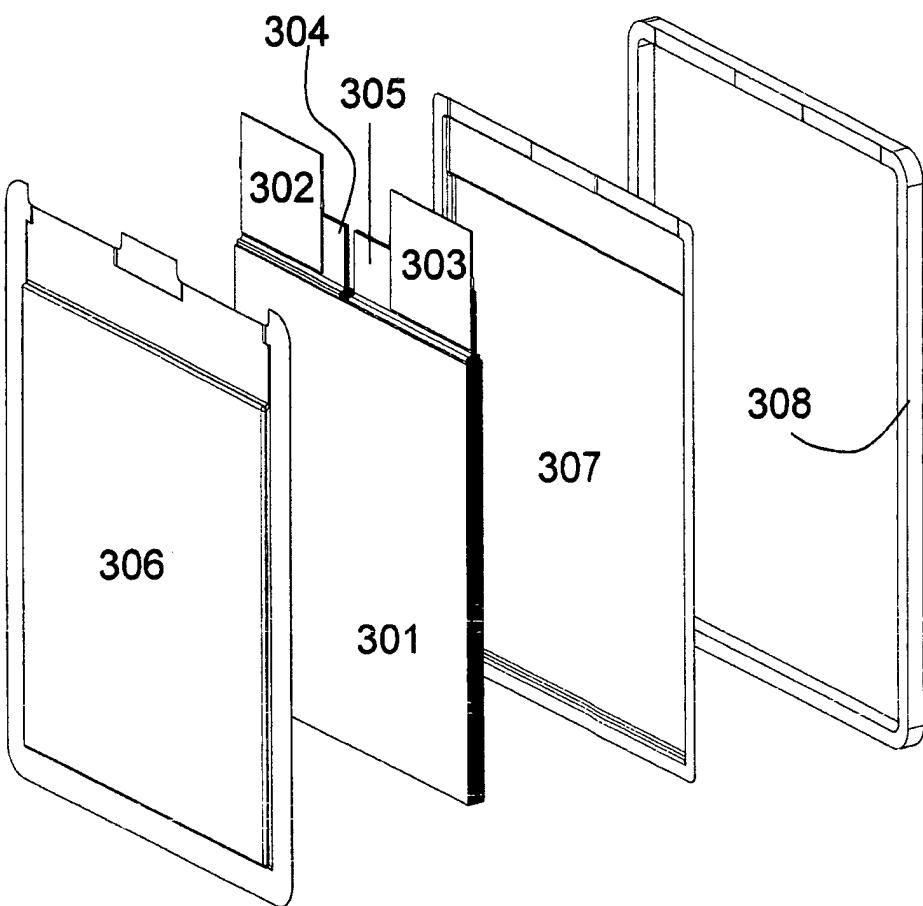


Fig. 3

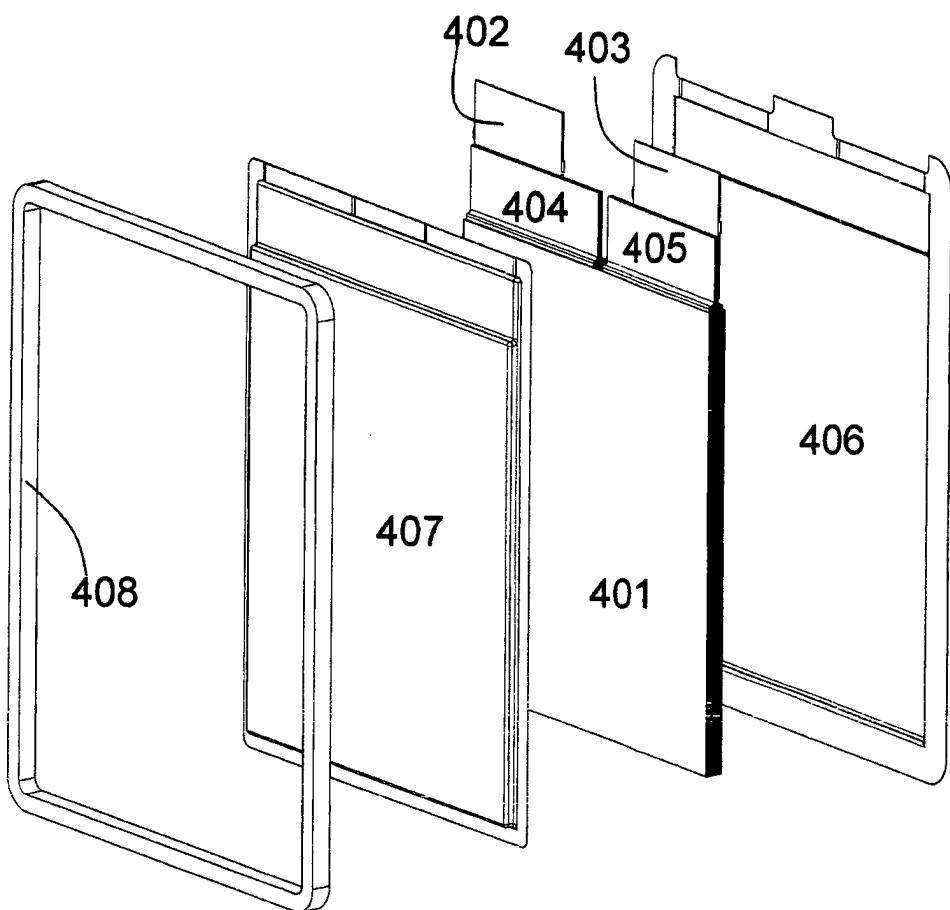


Fig. 4

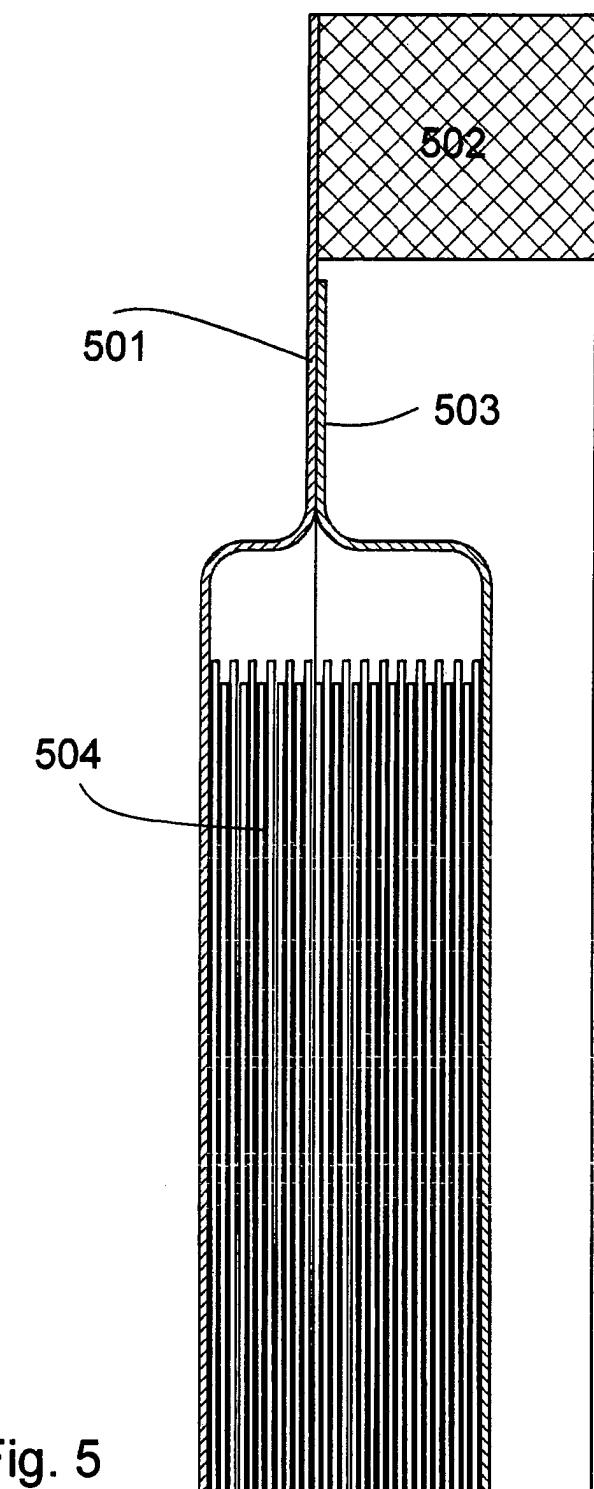


Fig. 5

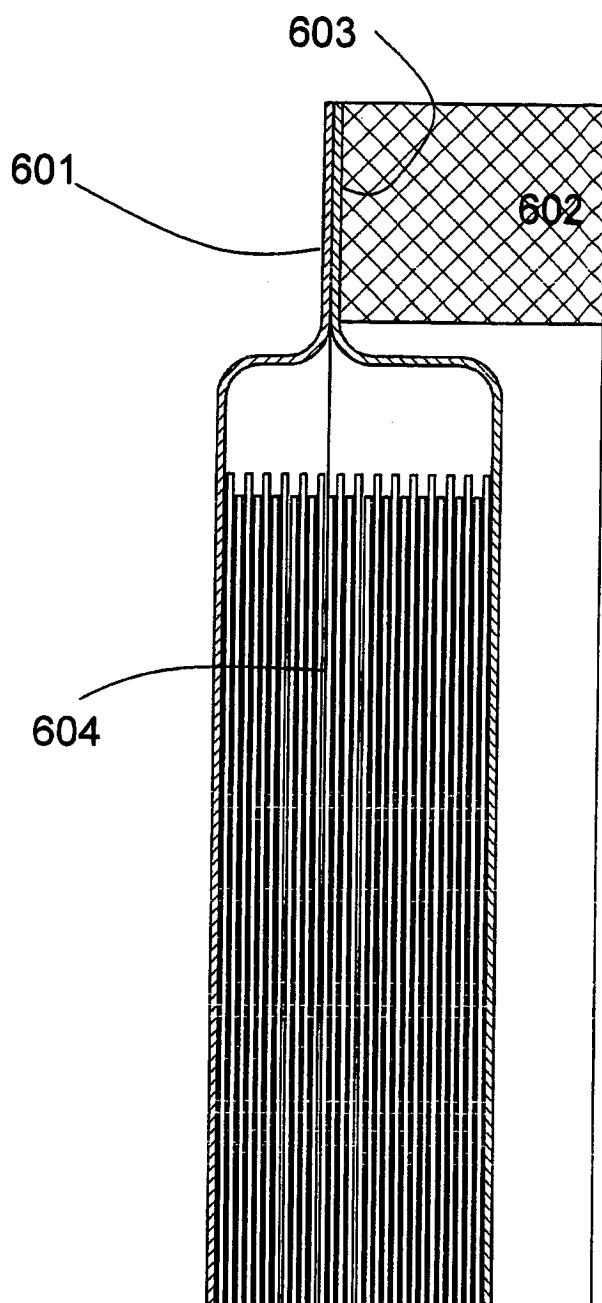


Fig. 6

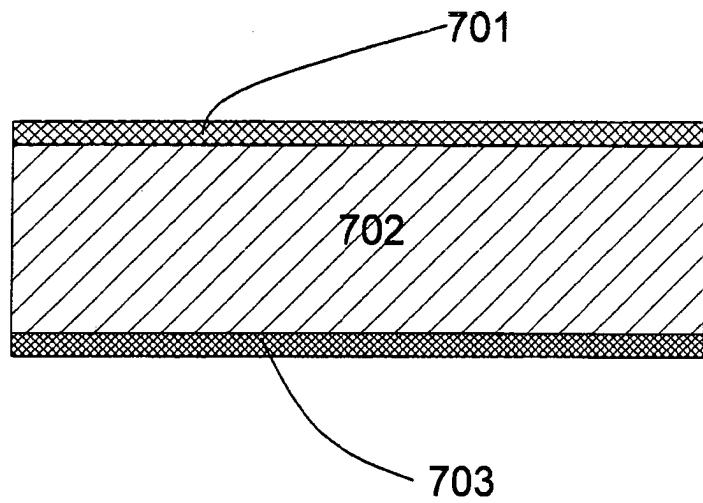


Fig. 7

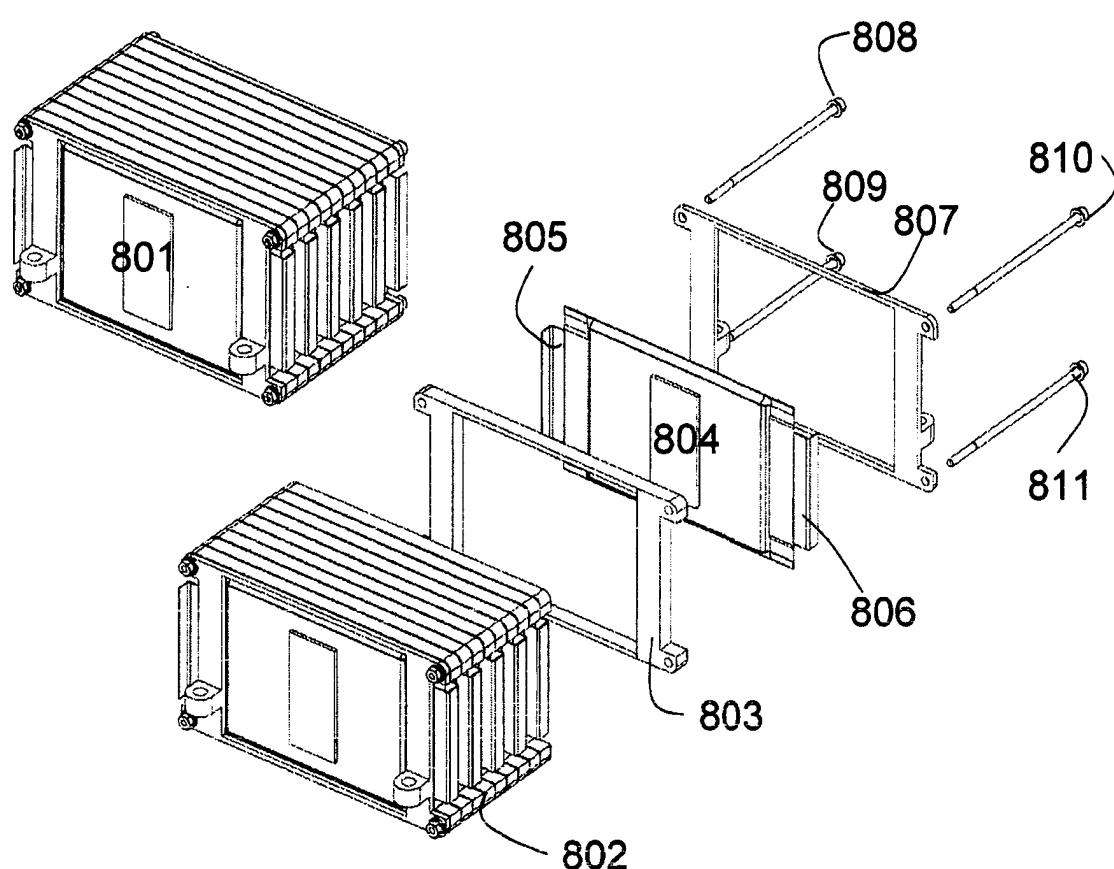


Fig. 8

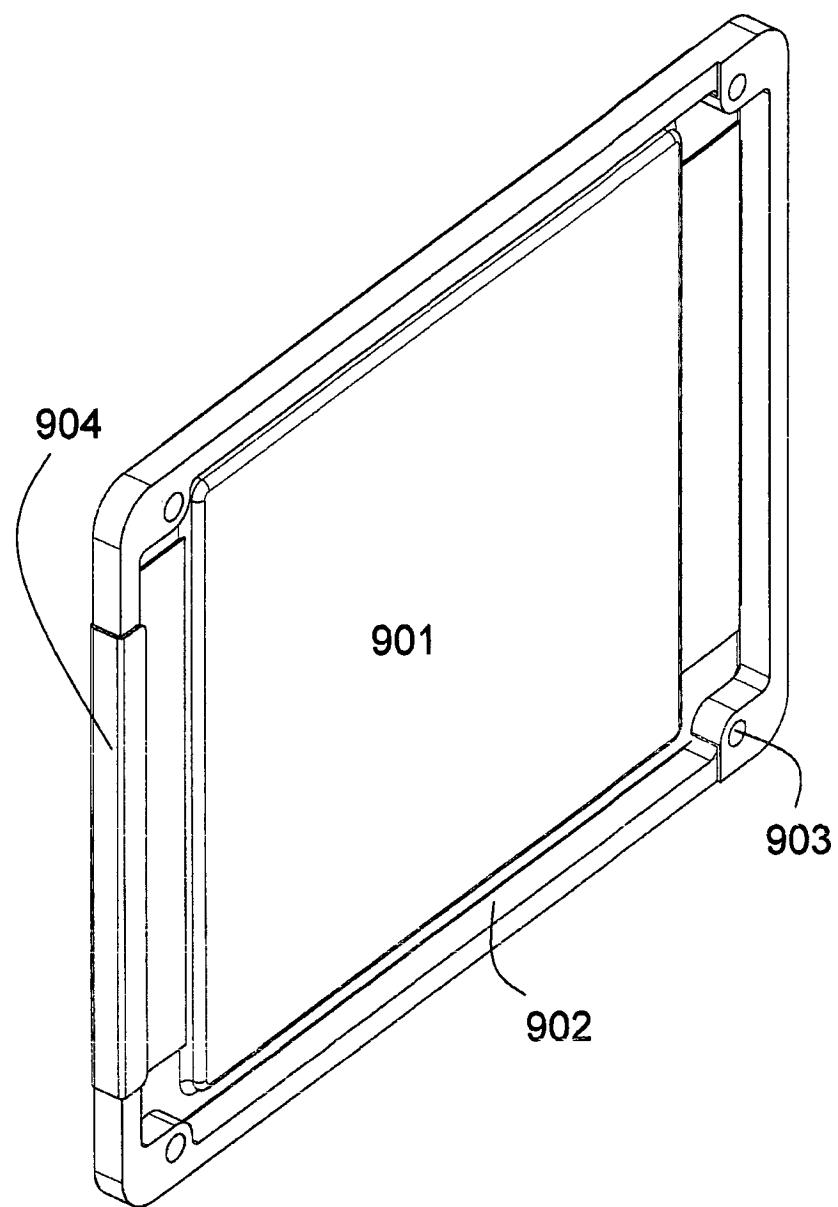


Fig. 9

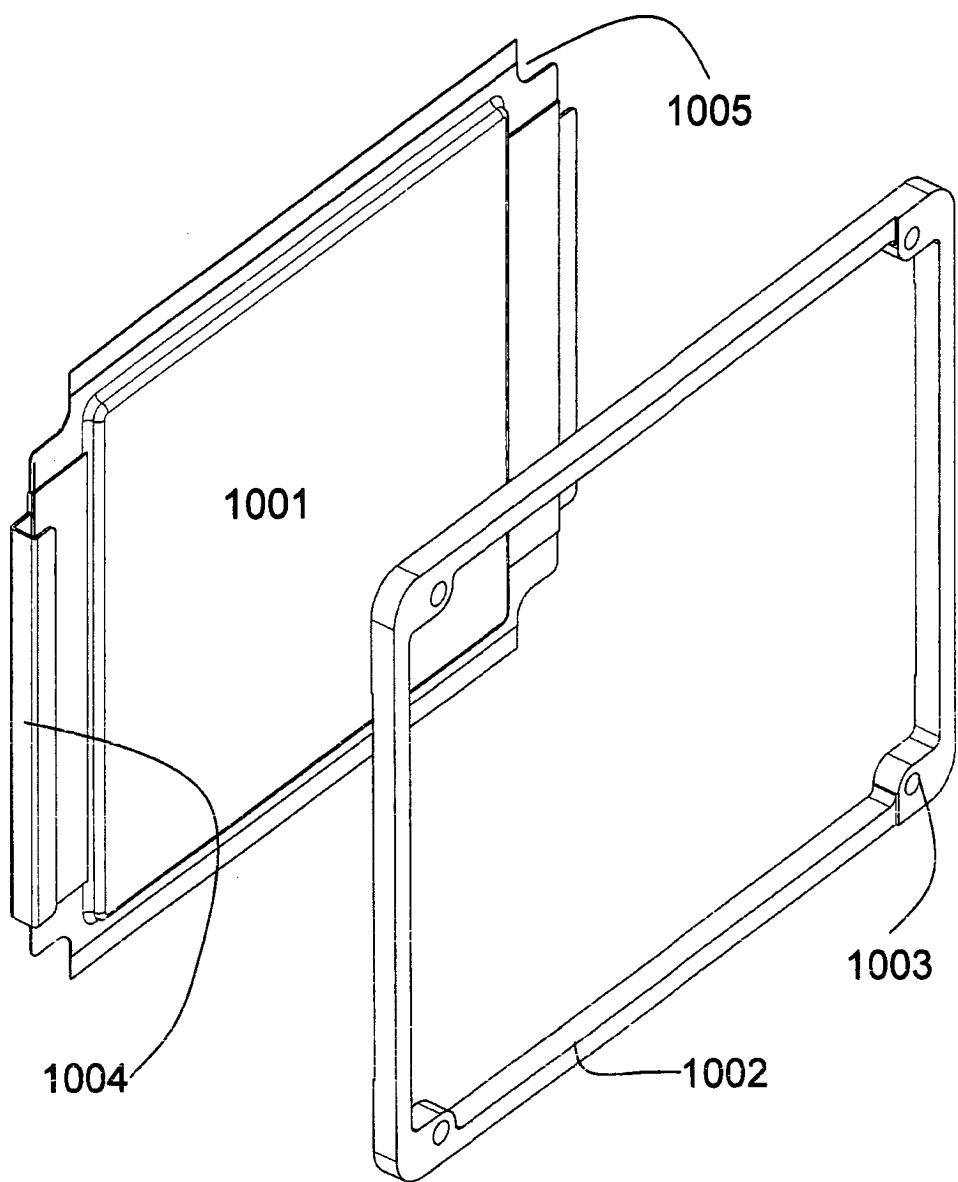


Fig. 10

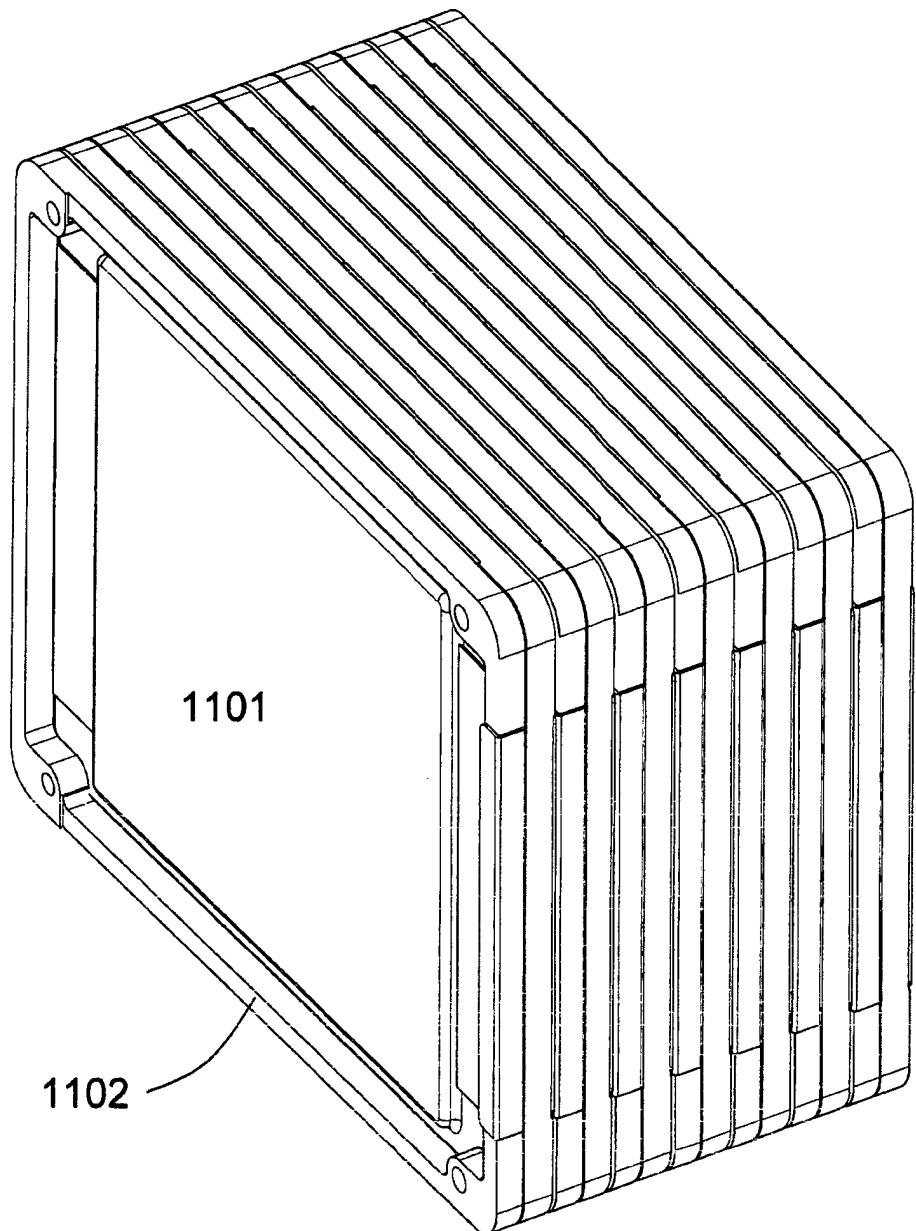


Fig. 11

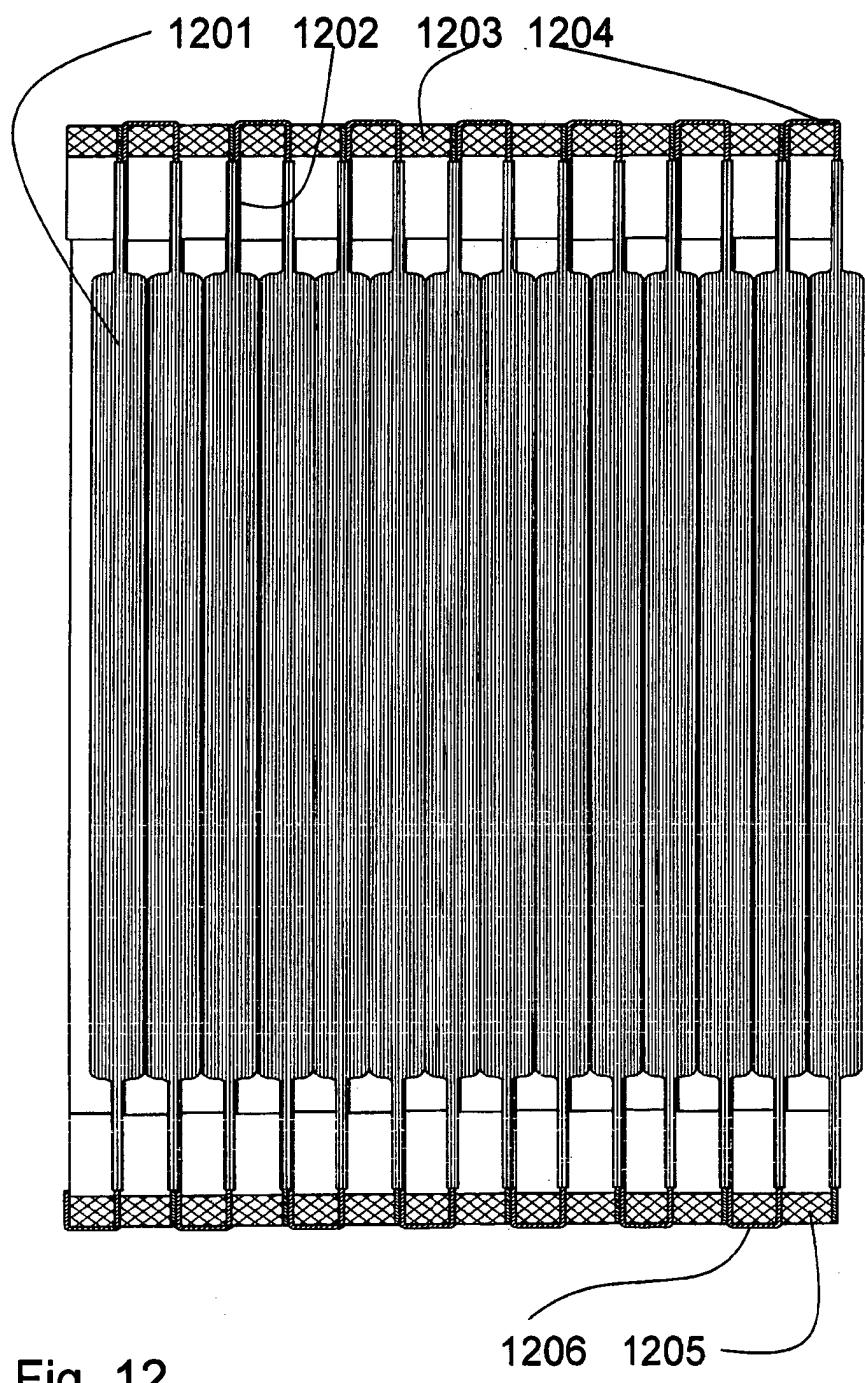


Fig. 12

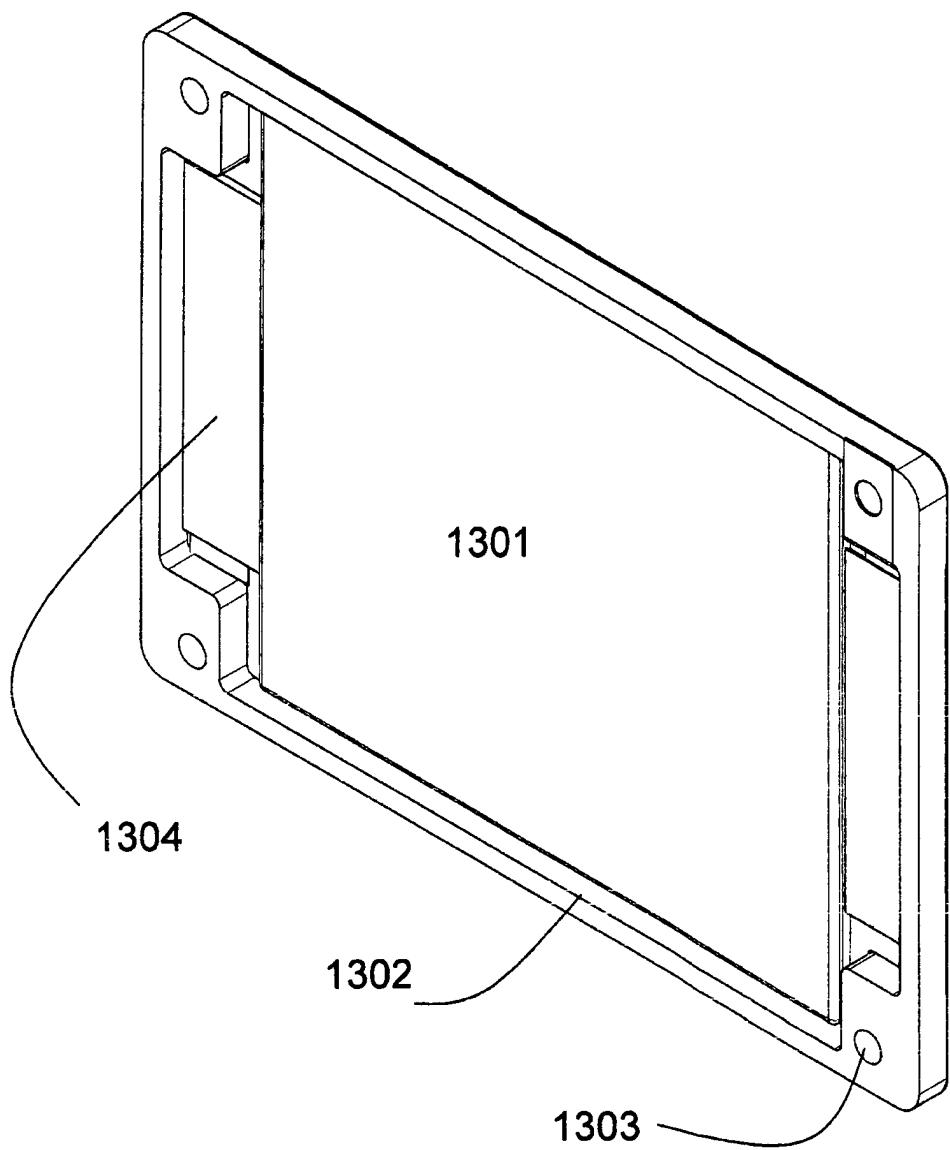


Fig. 13

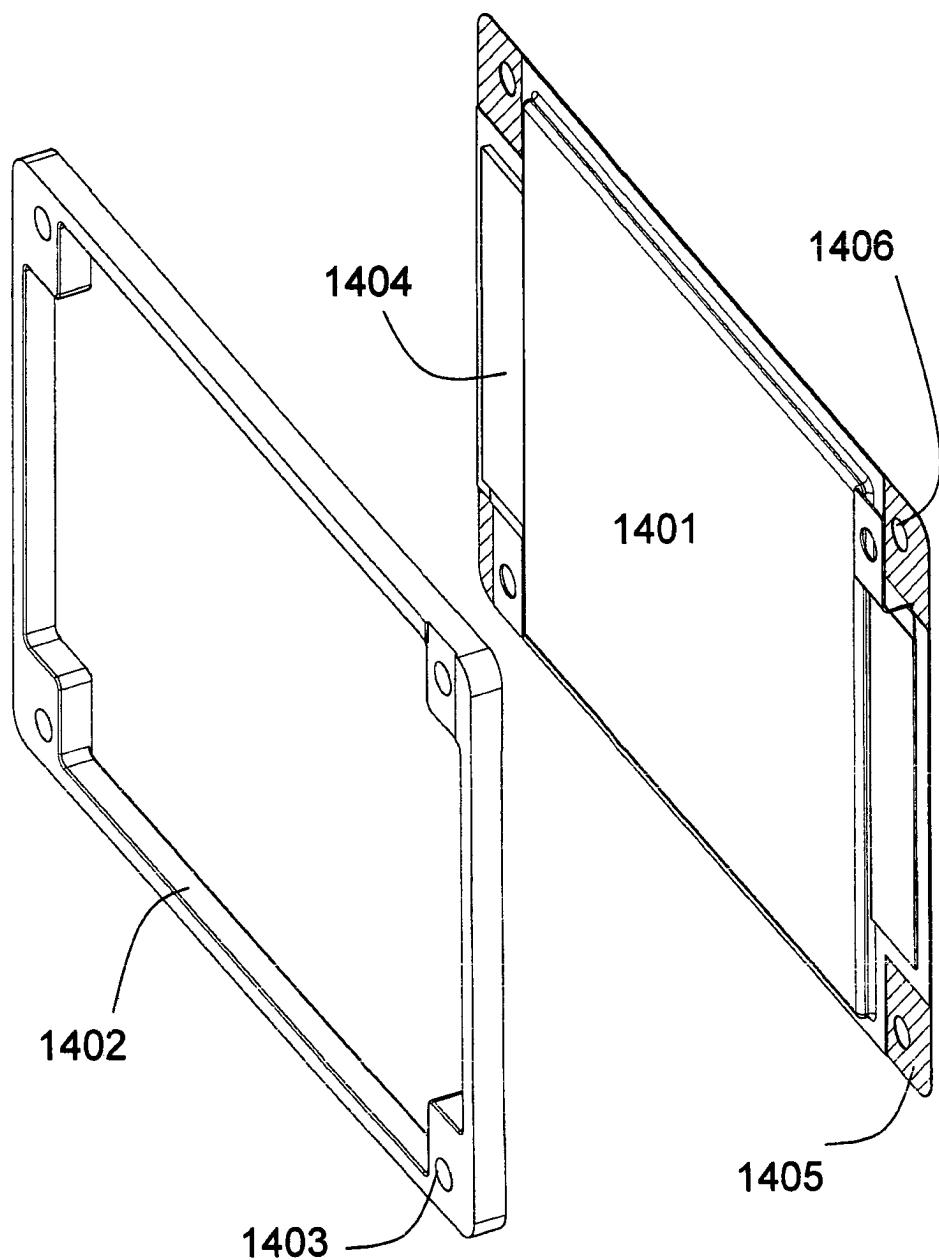


Fig. 14

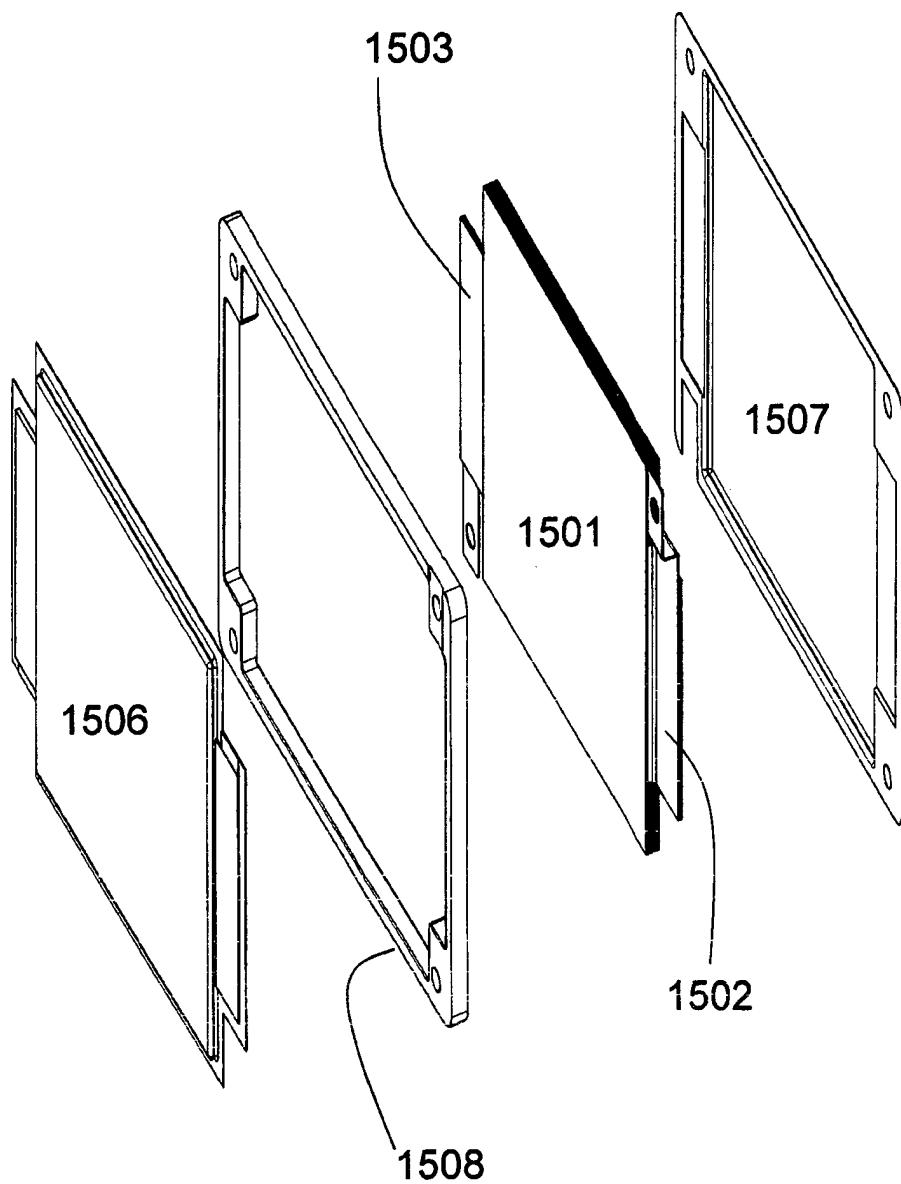


Fig. 15

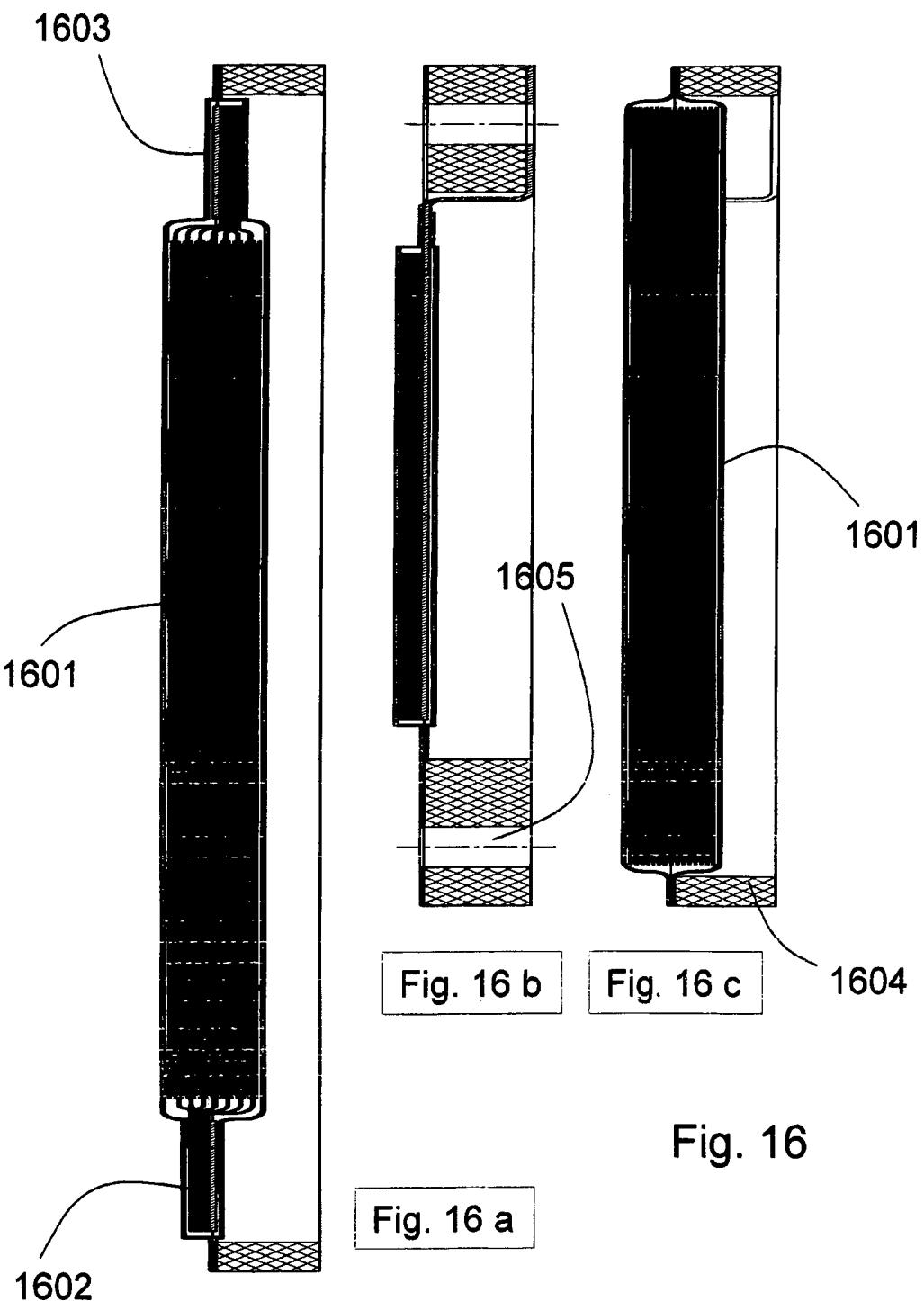


Fig. 16

Fig. 16 a

Fig. 16 c

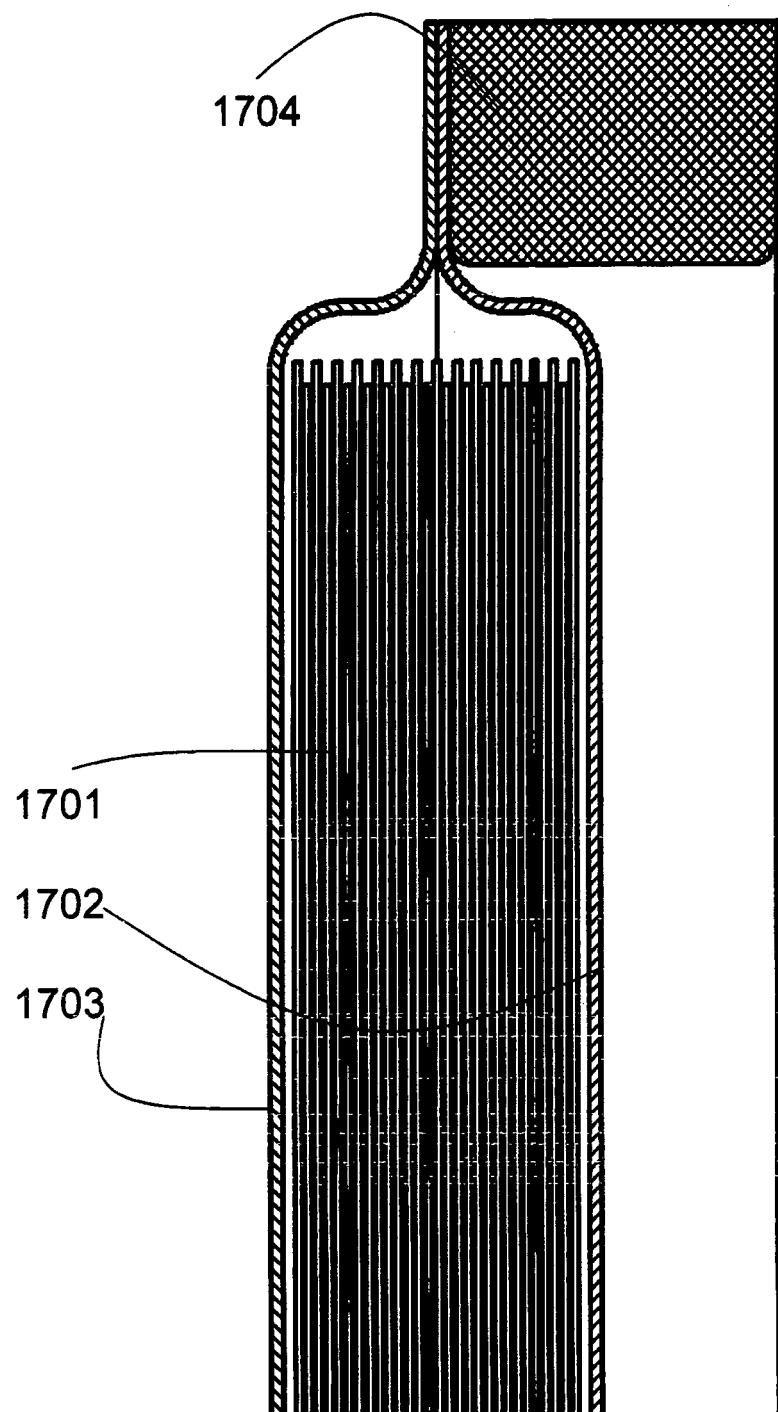


Fig. 17

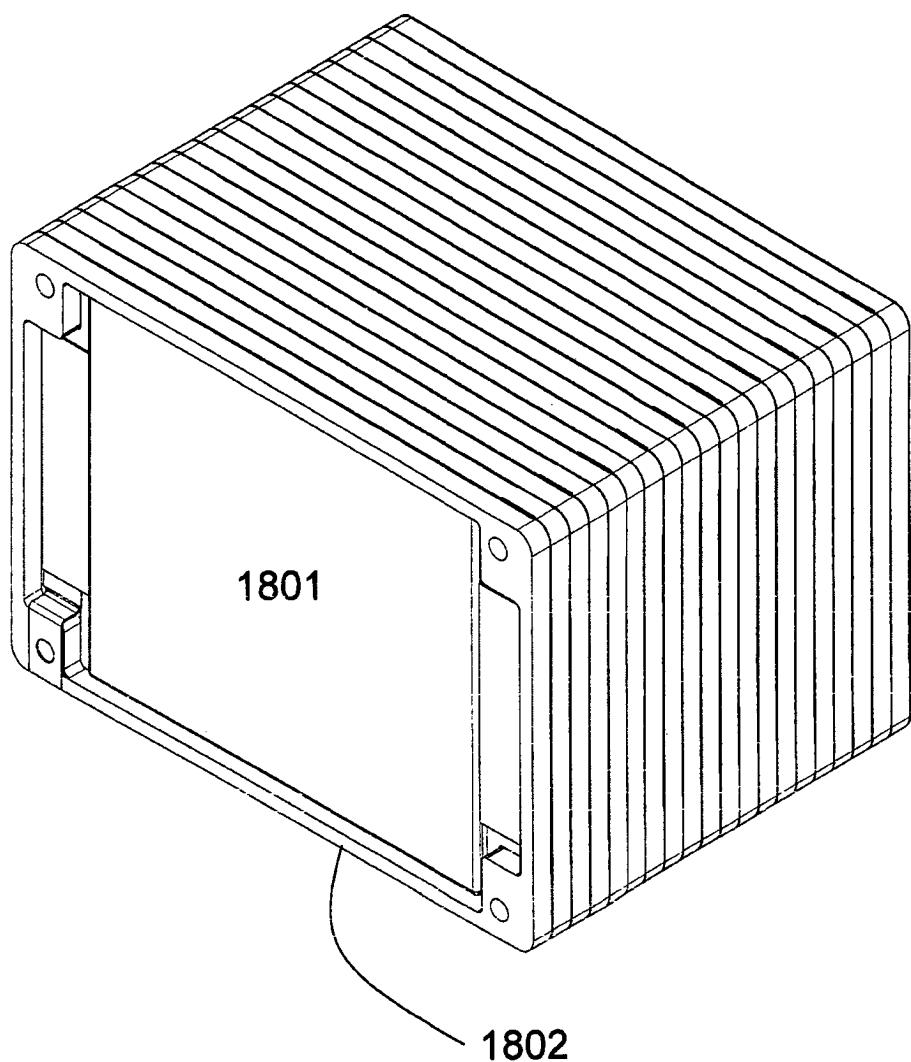


Fig. 18

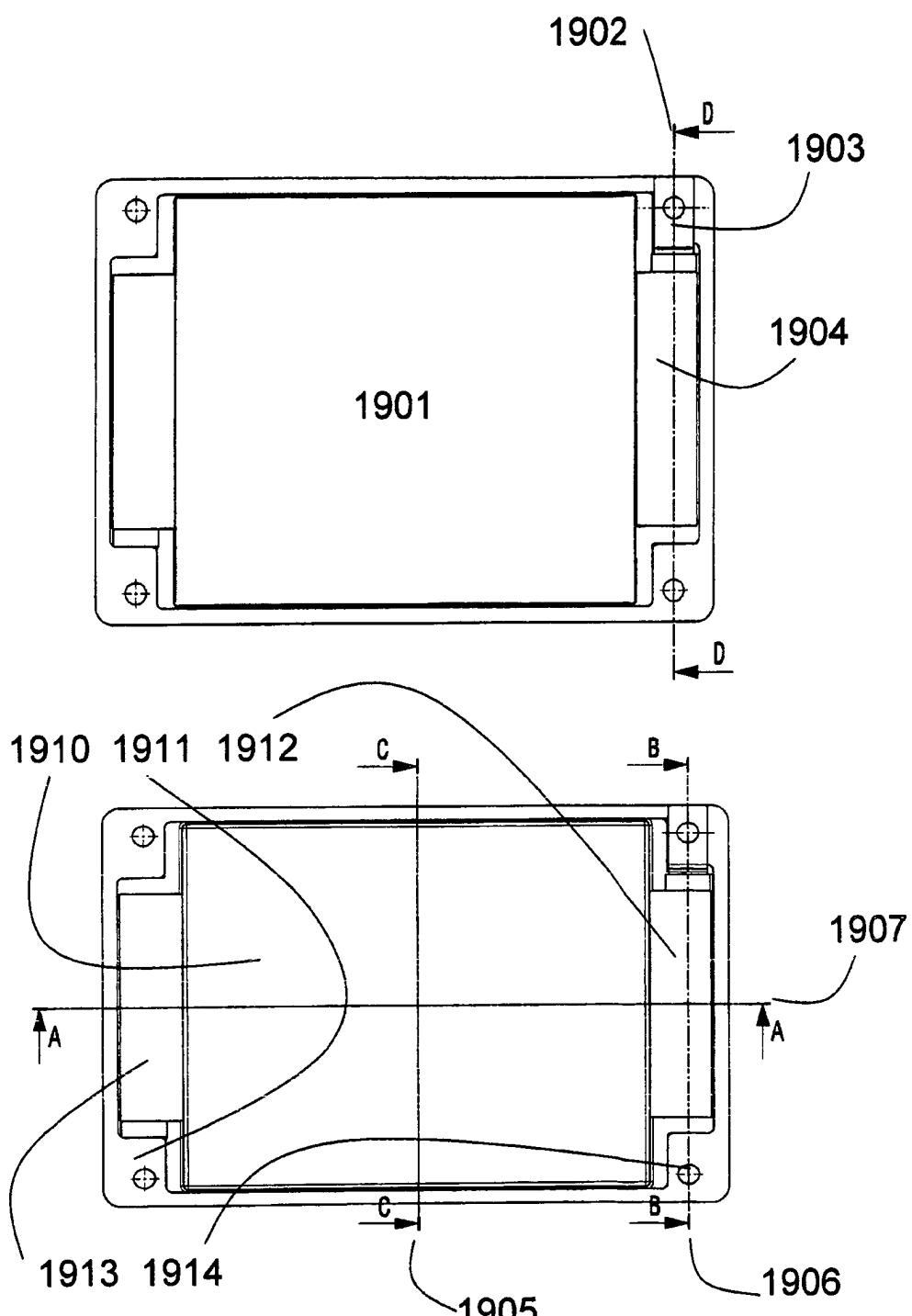


Fig. 19

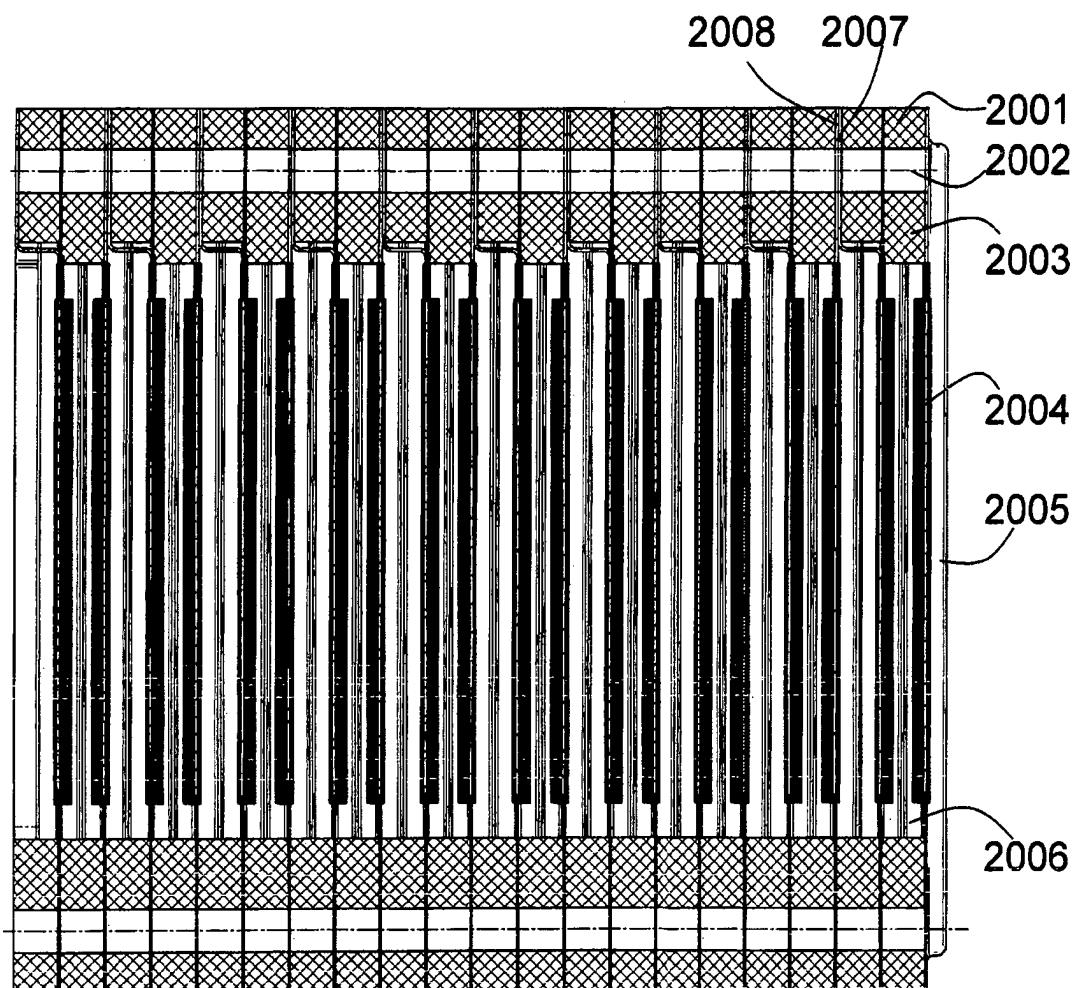


Fig. 20

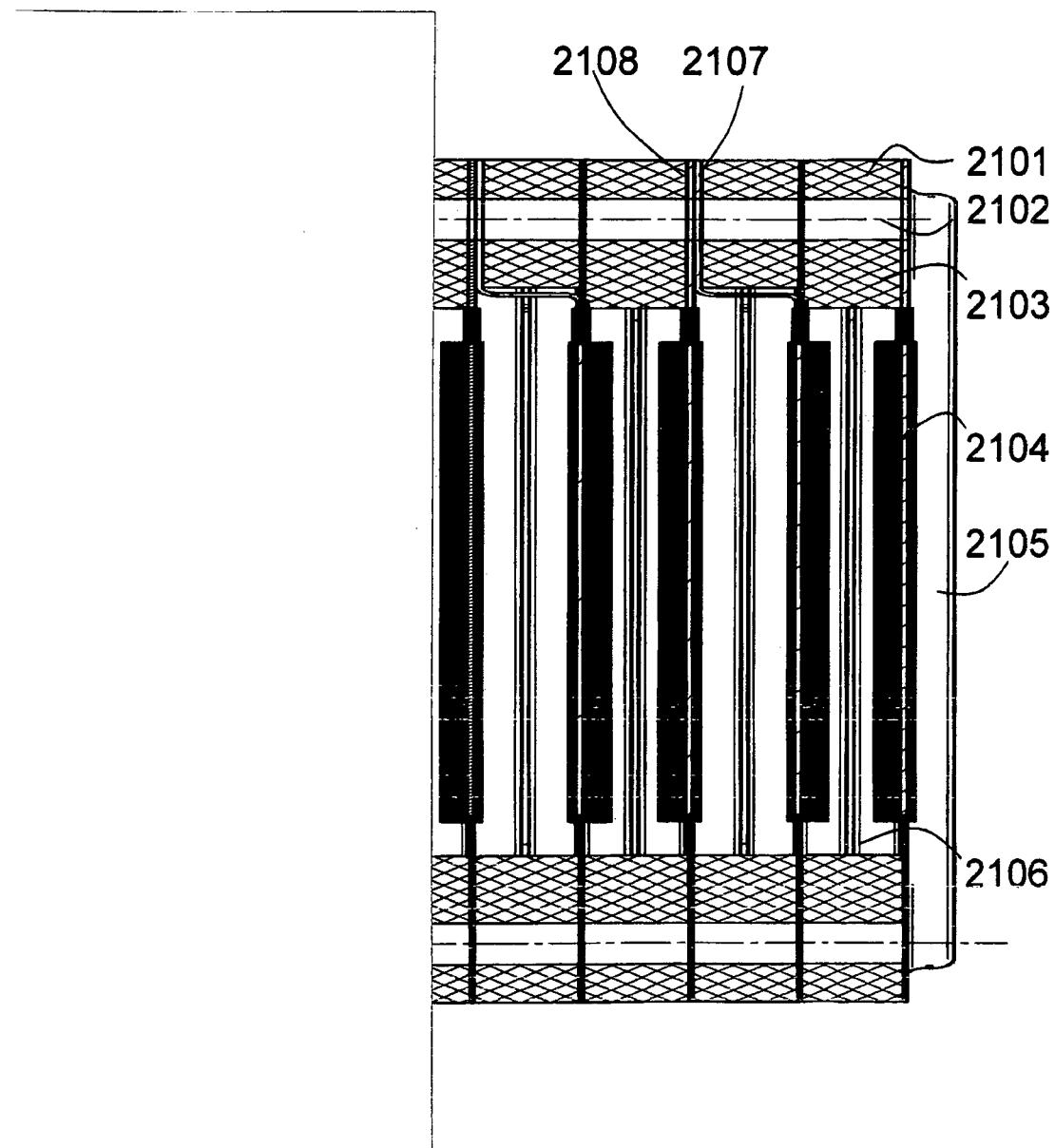


Fig. 21

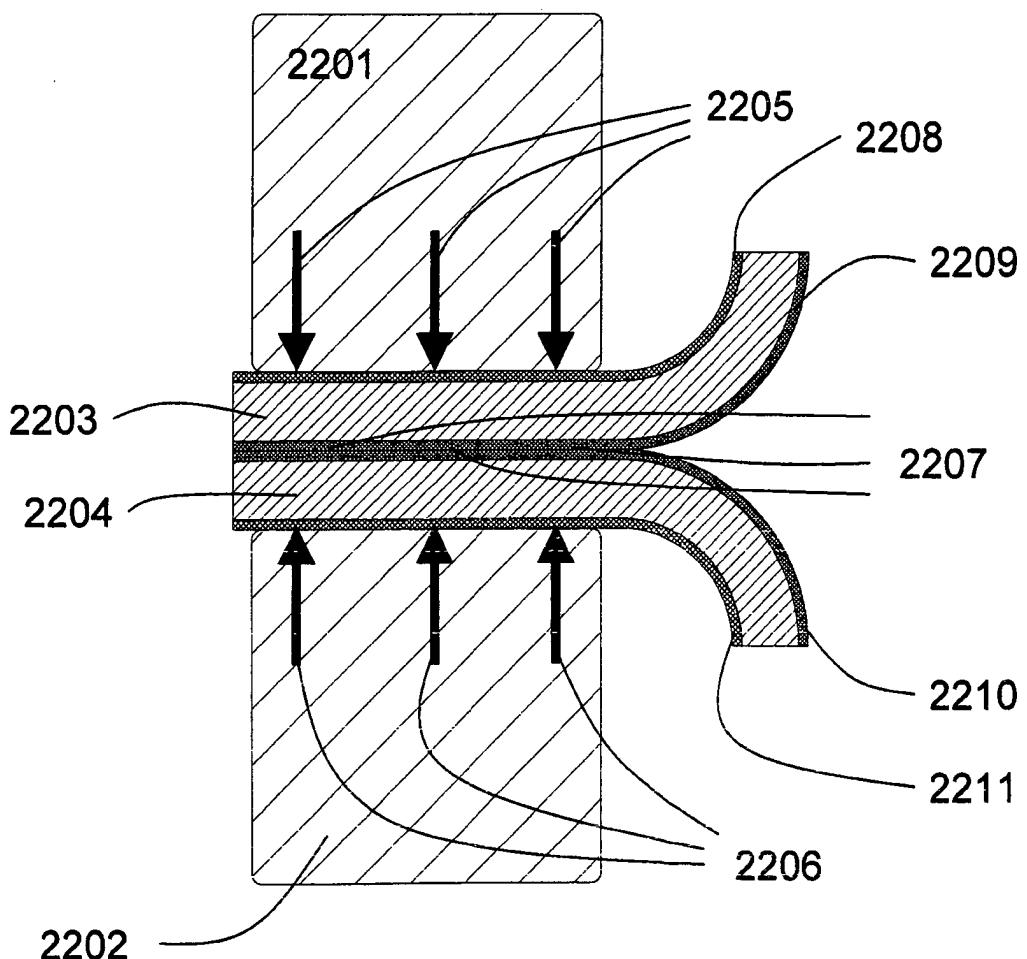


Fig. 22

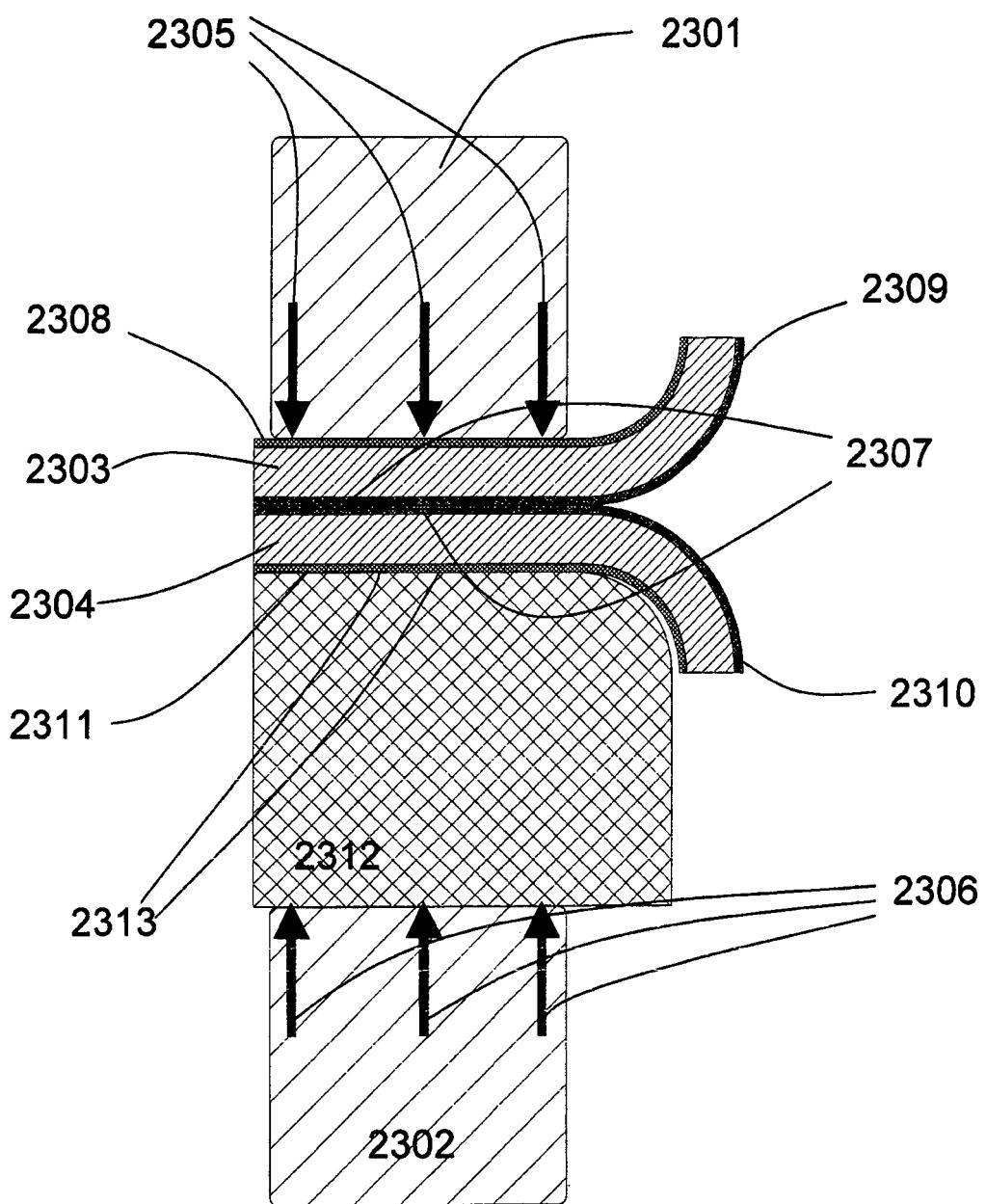


Fig. 23

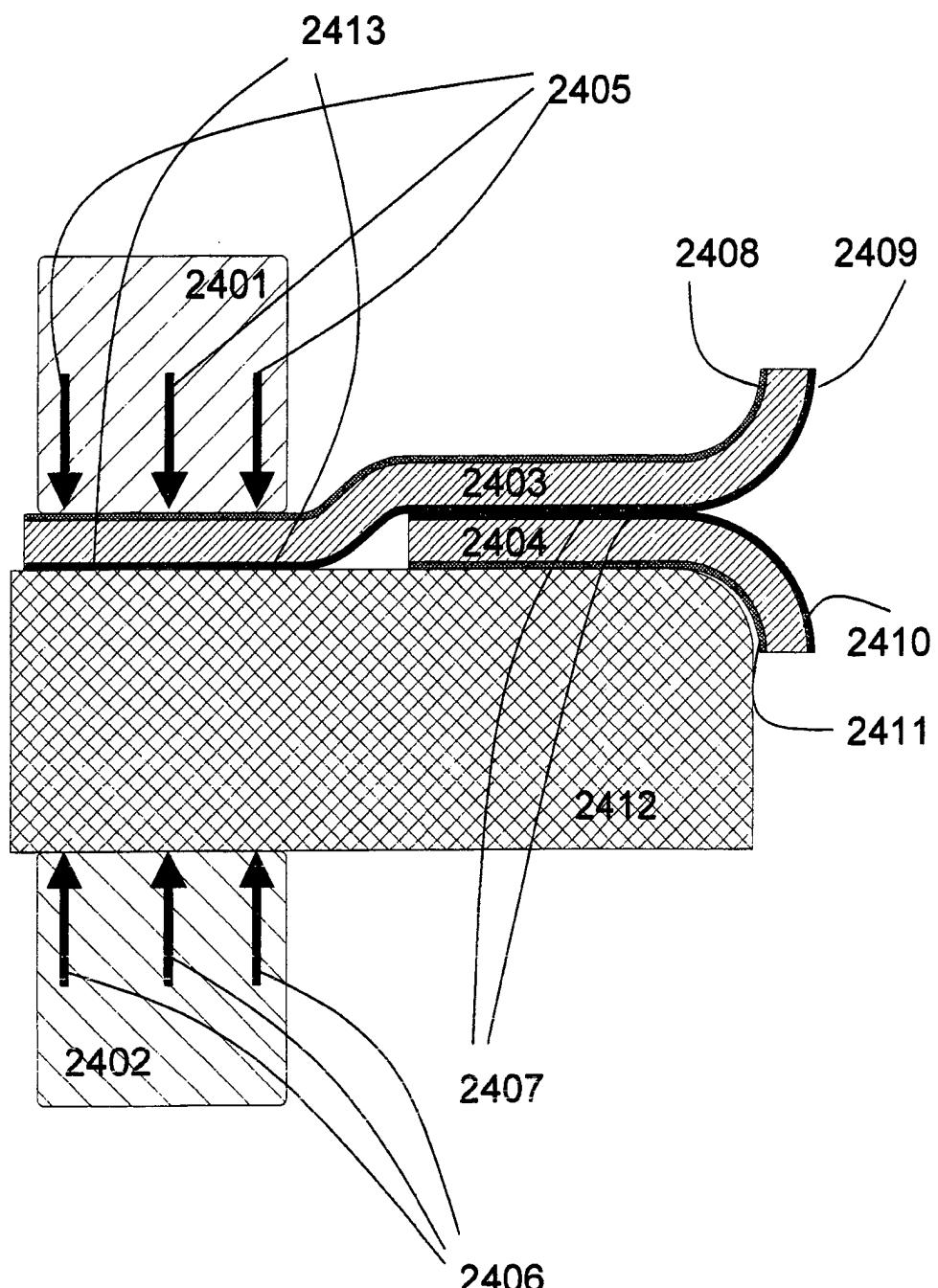


Fig. 24

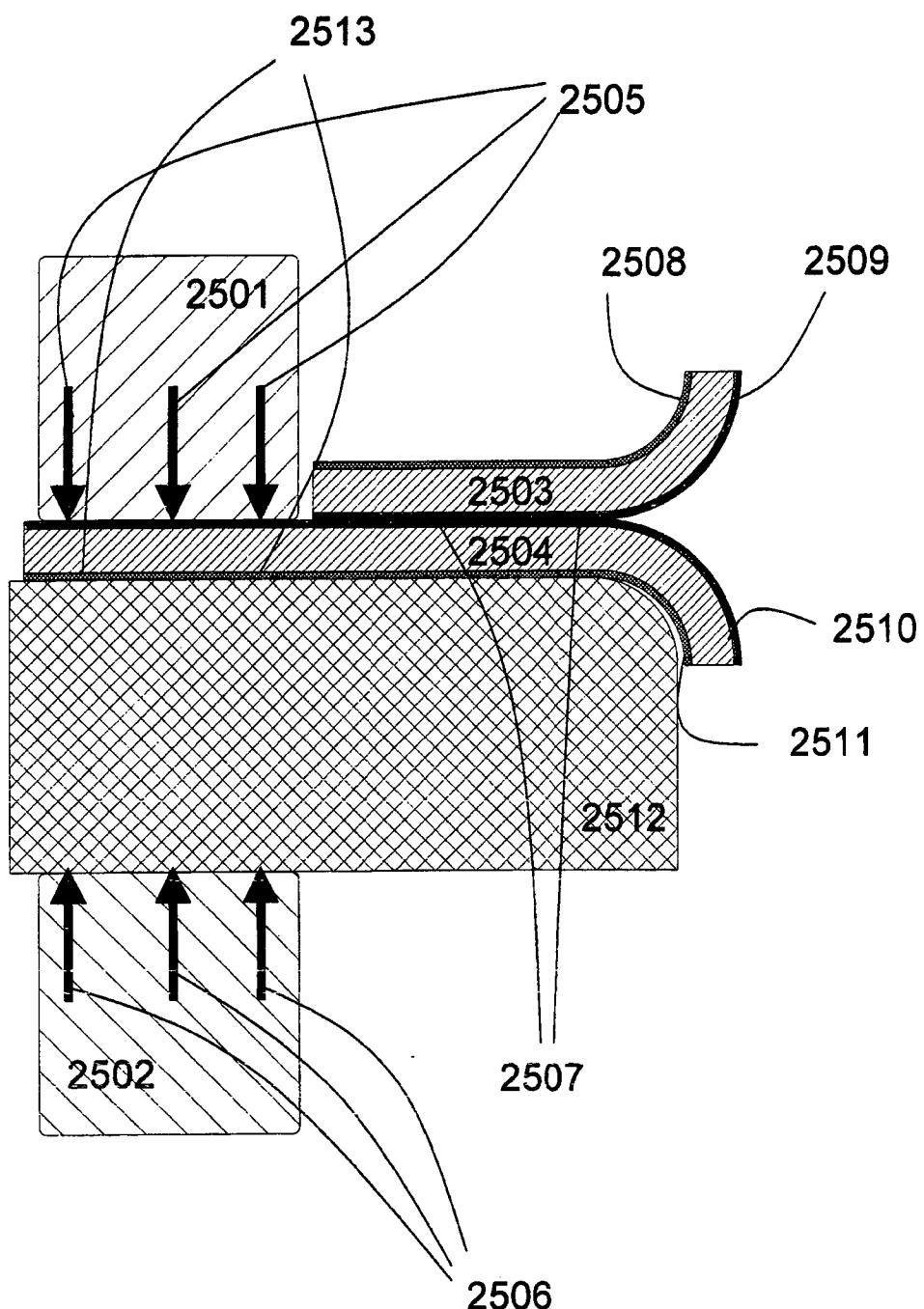


Fig. 25

Fig. 26a

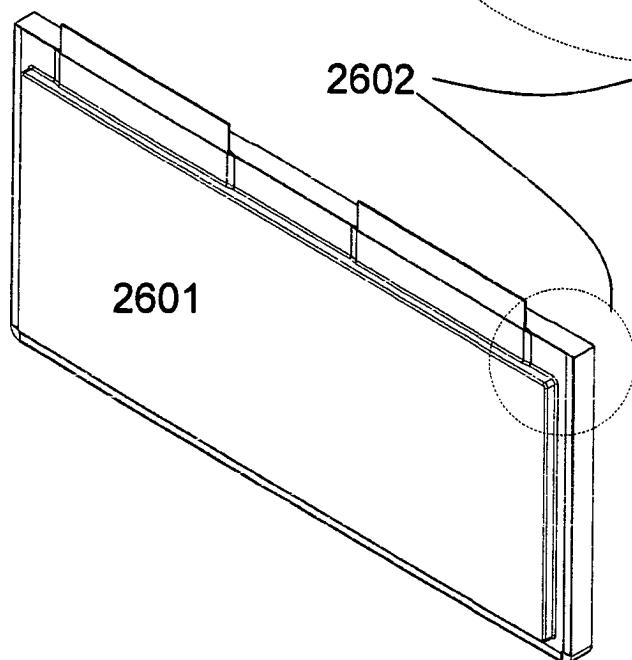
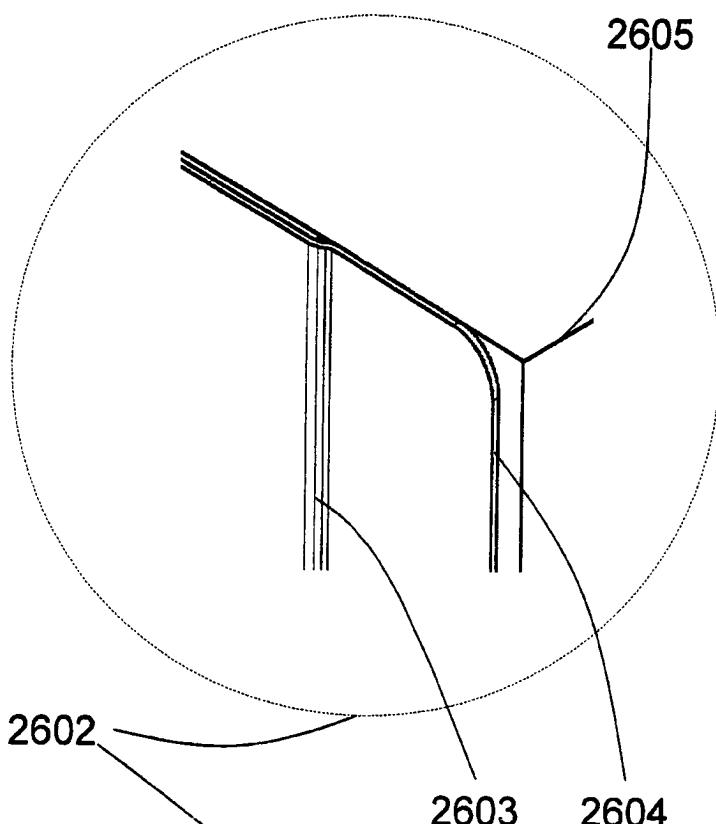


Fig. 26b

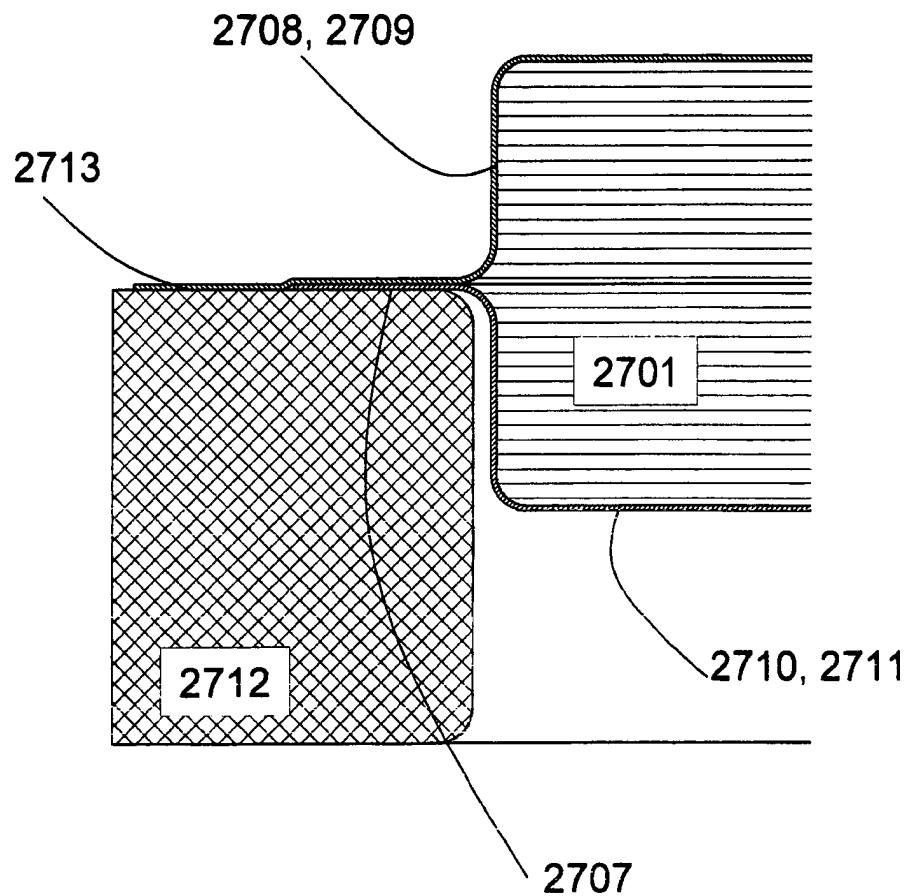


Fig. 27

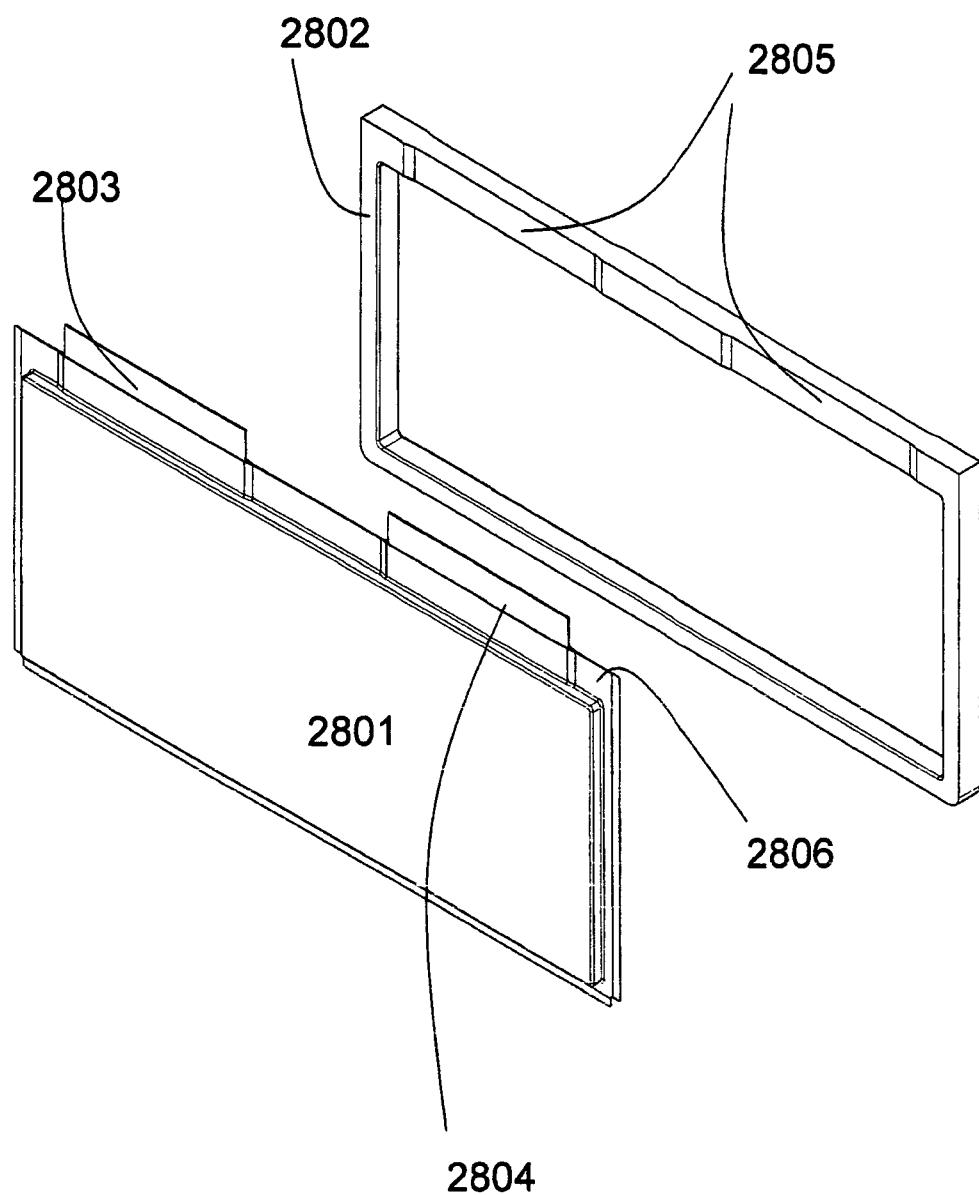
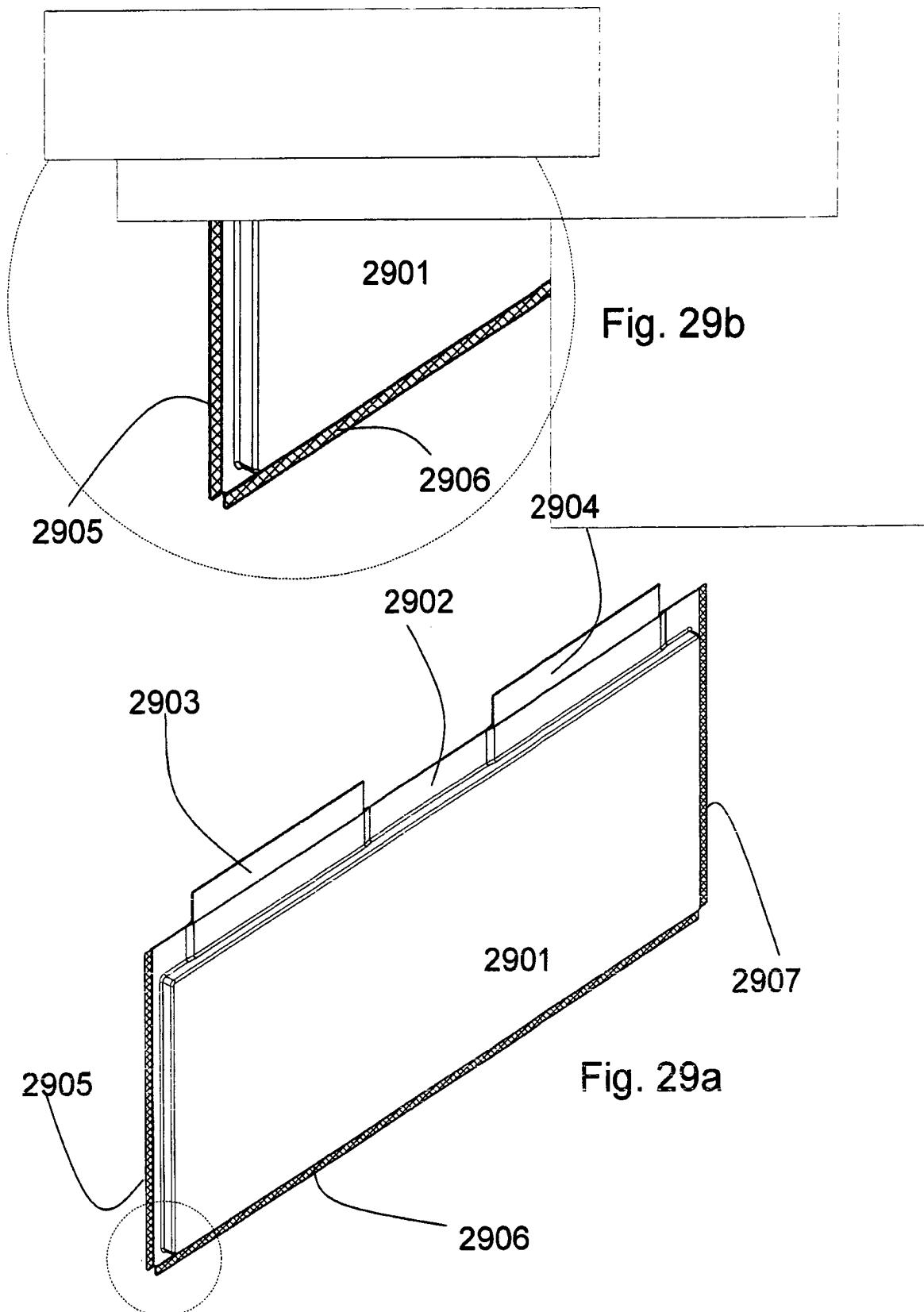
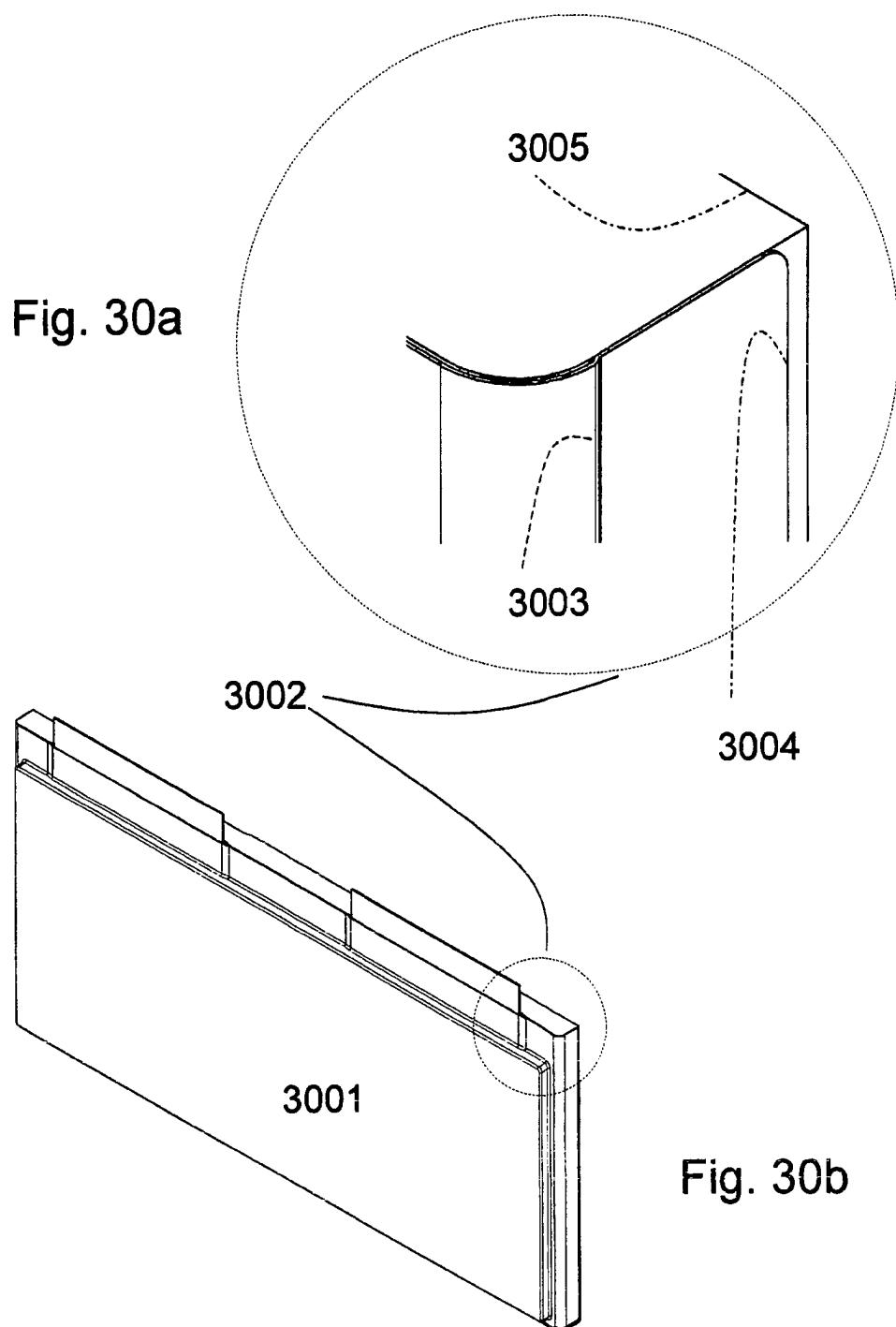


Fig. 28





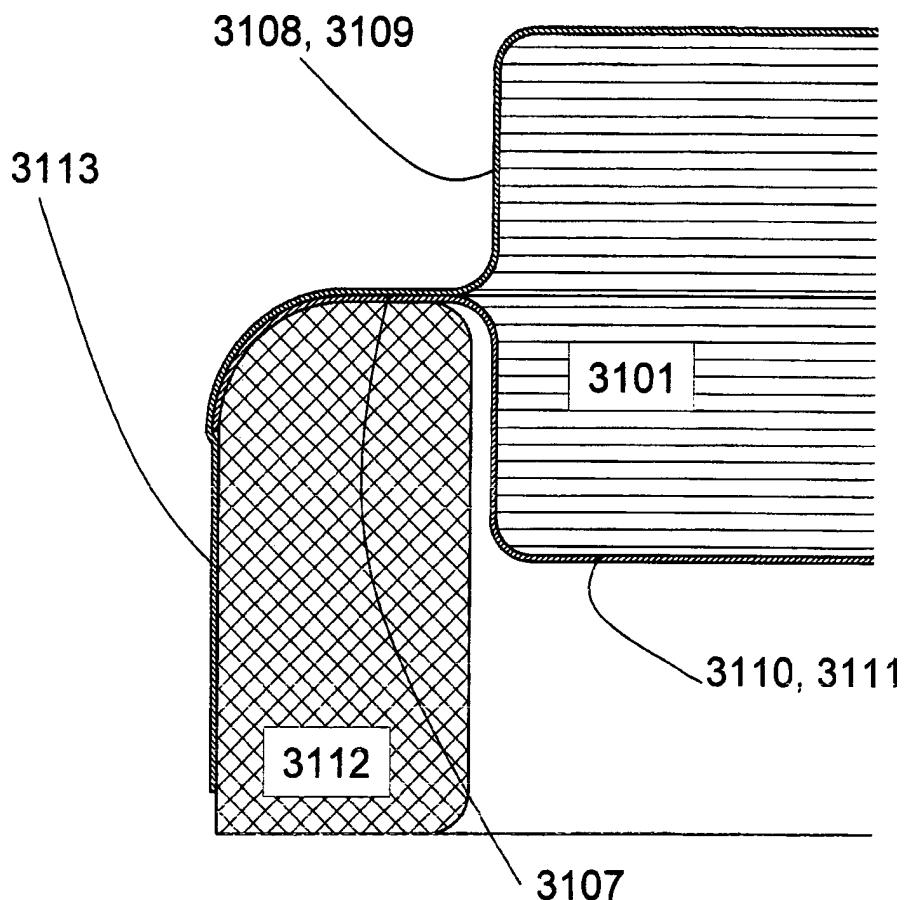


Fig. 31

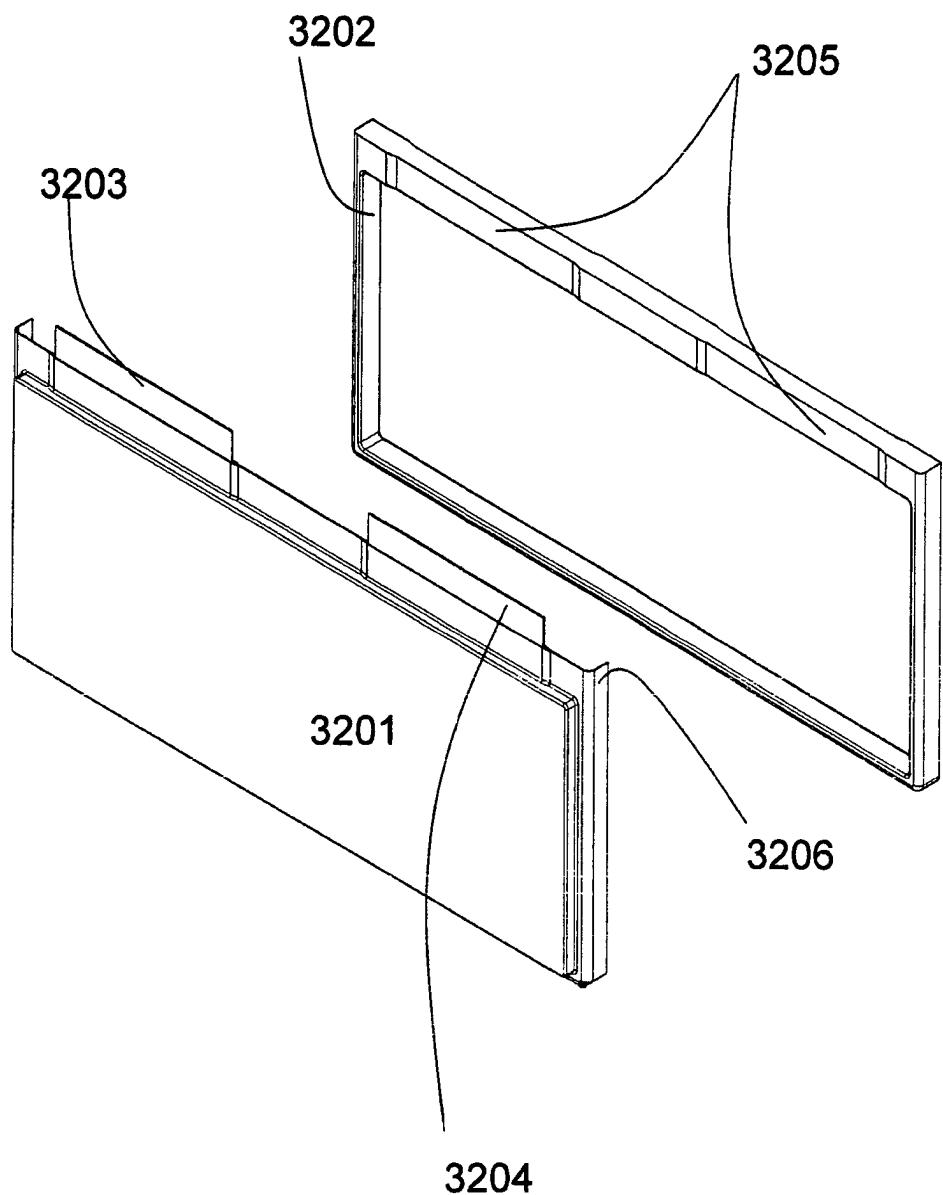


Fig. 32

