



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 35 613 T2 2007.08.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 029 378 B1

(51) Int Cl.⁸: **H01M 2/34** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 35 613.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/17130**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 940 975.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/010940**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.08.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **04.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **16.08.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.08.2007**

(30) Unionspriorität:

916627	22.08.1997	US
965248	06.11.1997	US

(73) Patentinhaber:

Duracell Inc., Bethel, Conn., US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**POIRIER, Jeffrey, Bedford, MA 01730, US;
CHEESEMAN, Paul, Holliston, MA 01746, US;
MCDERMOTT, Michael, East Weymouth, MA
02189, US; BLASI, A., Jane, Acton, MA 01720, US;
CANTAVE, Reynald, Bridgewater, MA 02324, US;
HEWES, Jeffrey, Holliston, MA 01746, US;
KOUZNETSOVA, Yelena, Sharon, MA 02067, US;
PATEL, Bhupendra, Mansfield, MA 02048, US;
KAPLAN, Alexander, Providence, RI 02906, US;
VU, Viet, Medway, MA 02053, US; MCHUGH, T.,
William, Westwood, MA 02090, US; FONTAINE, P.,
Lucien, Lincoln, RI 02865, US; PINAULT, J., Robert,
Warwick, RI 02886, US**

(54) Bezeichnung: **STROMUNTERBRECHER FÜR ELEKTROCHEMISCHE ZELLEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Stromunterbrecher für eine elektrochemische Zelle, die sicher einen Stromfluss durch die Zelle verhindert, wenn die Temperatur oder der Gasdruck in der Zelle übermäßig angestiegen ist.

[0002] Elektrochemische Zellen, im Besonderen Zellen mit hoher Energiedichte, wie etwa die Zellen, bei denen Lithium- oder Lithiumionen als aktives Material verwendet werden, unterliegen Verlusten oder Brüchen, was wiederum die Vorrichtung bzw. das Gerät beschädigen kann, das durch die Zelle betrieben wird, wobei aber auch Schäden in der Umgebung auftreten können. Im Fall von wiederaufladbaren Zellen kann der Anstieg der Innentemperatur der Zelle eine Folge einer Überladung sein. Unerwünschte Temperaturanstiege werden häufig von einem entsprechenden Anstieg des inneren Gasdrucks begleitet. Dies tritt wahrscheinlich beim Auftreten eines externen Kurzschlusszustands auf. Ferner kann der innere Gasdruck ansteigen, wenn die Zelle überentladen wird. Es ist wünschenswert, dass die Zelle von Sicherheitsvorrichtungen begleitet wird, ohne dadurch die Kosten, die Größe oder die Masse der Zelle zu stark ansteigen.

[0003] Derartige Zellen, im Besonderen wiederaufladbare Zellen, die Lithium oder Lithiumionen als ein aktives Material verwenden, unterliegen Verlustleistung bzw. Undichtigkeiten oder Brüchen als Folge eines Anstiegs der inneren Temperatur der Zelle, wobei dieser Zustand häufig begleitet wird durch einen entsprechenden Druckanstieg. Dies wird wahrscheinlich durch missbräuchliche Bedingungen verursacht, wie zum Beispiel durch eine Überladung oder durch einen Kurzschlusszustand, der während einer Überentladung auftreten kann. Ferner ist es von Bedeutung, dass diese Zellen hermetisch verschlossen sind, um das Austreten von Elektrolytlösung und das Eintreten von Feuchtigkeit aus der äußeren Umgebung zu verhindern.

[0004] Wenn gemäß der vorstehenden Beschreibung eine solche Zelle überladen wird, tritt eine Selbsterwärmung ein. Ein zu schneller Ladevorgang oder eine Überladung können zu einem Anstieg der Temperatur führen. Das Überladen der Zelle kann auftreten, wenn die Ladespannung oder der Ladestrom zu hoch werden, was eine schnelle Überhitzung der Zelle bewirkt, was ein Sicherheitsrisiko in sich birgt. Wenn die Temperatur einen bestimmten Wert übersteigt, der abhängig von der chemischen Zusammensetzung und dem Aufbau der Zelle variiert, setzt ein unerwünschter und unkontrollierbarer Zustand der thermischen Zerstörung ein. Darüber hinaus baut sich aufgrund der Überhitzung ein innerer Druck auf, und es kann passieren, dass Elektrolyt plötzlich aus der Zelle ausgestoßen wird. Bevorzugt

wird das Einleiten einer geregelten Entlüftung, bevor es zu diesem Ereignis kommt. PTC-Vorrichtungen (PTC als englische Abkürzung für thermischer Ausdehnungskoeffizient), deren Widerstand mit dem Stromfluss dort hindurch zunimmt, werden in einem Versuch eingesetzt, einen übermäßigen Stromdurchsatz durch eine wiederaufladbare Zelle zu verhindern. Bestimmte Vorrichtungen sind alleine jedoch unzureichend, um das Auftreten eines Zustands einer thermischen Zerstörung zu verhindern, wen die Zelle überladen wird, wie zum Beispiel beim Einsatz einer übermäßigen Ladespannung.

[0005] Einige wiederaufladbare Zellen können sehr dünn sein, wie zum Beispiel dünne prismatische Zellen oder kleine zylindrische Zellen für Mobiltelefone. Die Integration zuverlässiger Stromunterbrechungs-Sicherheitsbausteine in diese Zellen gestaltet sich aufgrund der geringen Größe der Zellen schwierig. Derartige Sicherheitsvorrichtungen werden gleichzeitig heute mehr denn je benötigt, aufgrund der Nähe der Zelle zu dem Konsumenten bzw. Benutzer während dem normalen Betrieb eines Mobiltelefons.

[0006] Herkömmliche Zellendesigns verwenden eine Endkappeneinrichtung, die in ein zylindrisches Gehäuse mit offenem Ende eingeführt wird, nachdem das aktive Zellenanoden- und -kathodenmaterial sowie ein geeignetes Scheidermaterial und Elektrolyt in das zylindrische Gehäuse eingeführt worden sind. Die Endkappe befindet sich in elektrischem Kontakt mit dem Anoden- oder dem Kathodenmaterial, und der frei liegende Abschnitt der Endkappe bildet einen der Zellenanschlüsse. Ein Abschnitt des Zellengehäuses bildet den anderen Anschluss.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung werden eine oder mehrere Stromunterbrechereinheiten in einer einzigen Zelle integriert und in vorteilhafter Weise auf primäre oder sekundäre (wiederaufladbare) Zellen angewandt. Die Endkappeneinheit gemäß der Erfindung weist spezielle Eignung für wiederaufladbare Zellen auf, wie zum Beispiel Lithiumionenzellen und wiederaufladbare Lithiumzellen und dergleichen, wobei flüssiger oder Polymer-Elektrolyt oder hybrider Polymer-/flüssiges Elektrolyt und Nickelmetallhybrid, Nickel-Kadmium oder andere wiederaufladbare Zellen verwendet werden. Die erfindungsgemäße Endkappeneinheit überwindet die Gefahr der Zellenüberhitzung und des Aufbaus von Druck in der Zelle, während diese hohen Temperaturen, einer übermäßigen oder unsachgemäßen Ladung oder Entladung oder einem Kurzschluss der Zelle ausgesetzt ist.

[0008] Gemäß einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung einen Stromunterbrechungsmechanismus für dünne prismatische Zellen oder zylindrische Zellen mit kleinem Durchmesser. Eine kleine, thermisch ansprechende Stromunterbrechereinheit befindet

sich innerhalb der Zelle. Die Stromunterbrechereinheit ist vorzugsweise eine unabhängige, dicht abgeschlossene Vorrichtung, die den Vorteil aufweist, dass sie separat hergestellt und während der Zellenkonstruktion in die Zelle als eine separate Einheit eingeführt werden kann. Ein thermisch ansprechender Stromunterbrechermechanismus in der unabhängigen Einheit wird aktiviert, um den Strom zu unterbrechen und es zu verhindern, dass Strom durch die Zelle fließt, wenn sich der Zelleninnenraum überhitzt, so dass eine vorbestimmte Temperatur überschritten wird. Der Stromunterbrechermechanismus umfasst ein thermisch ansprechendes Element, vorzugsweise eine flexible Scheibe, die vorzugsweise aus einer metallischen Gedächtnislegierung mit einer gebogenen bzw. gekrümmten Oberfläche besteht. Bei normalem Zellenbetrieb bildet die Gedächtnislegierungsscheibe vorzugsweise einen Abschnitt des elektrischen Pfads zwischen einer der Zellenelektroden und einem Anschluss, mit dem die Elektrode verbunden ist. Wenn die Temperatur in der Zelle einen vorbestimmten Wert erreicht, wird die Gedächtnisscheibe bzw. Formgedächtnisscheibe abgelenkt, so dass der elektrische Pfad zwischen der genannten Elektrode und dem Anschluss unterbrochen wird, wodurch die Zelle abgeschaltet wird. Eine Diode, vorzugsweise eine Zener-Diode, wird in vorteilhafter Weise in der Stromunterbrechereinheit in der Nähe der Gedächtnisscheibe platziert. Die Zener-Diode ist elektrisch parallel zu den Zellenanschlüssen verbunden. Wenn die Zelle versehentlich überladen wird, bewirkt ein längeres Laden oder Entladen bei übermäßiger Spannung eine Erwärmung bzw. eine Erhitzung der Diode, was wiederum bewirkt, dass die Gedächtnisscheibe abgelenkt wird, um den genannten elektrischen Pfad zu unterbrechen, wodurch die Zelle ausgeschaltet wird.

[0009] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei der Stromunterbrechereinheit um eine unabhängige Einheit, die sowohl einem thermisch ansprechenden Stromunterbrechermechanismus als auch einen Druck betätigten Stromunterbrechermechanismus umfasst. Die Stromunterbrechereinheit weist eine frei liegende Endkappenplatte auf, die als ein Anschluss der Zelle fungiert. Wenn die Einheit einer Zelle zugeführt wird und sich die Zelle im normalen Betrieb befindet, so befindet sich die Endkappenplatte in elektrischer Übertragungsverbindung bzw. Kommunikation mit einer Zellenelektrode (Anode oder Kathode). Der Stromunterbrechermechanismus umfasst ein thermisch ansprechendes flexibles Element, das aus einer Gedächtnislegierung oder einem Bimetall besteht, vorzugsweise in Form einer gebogenen Scheibe, wobei sich diese in physikalischer Übertragungsverbindung mit einem flexiblen, elektrisch leitfähigen Element befinden kann. Die physikalische Kommunikation zwischen dem thermisch ansprechenden Element und dem flexiblen leitfähigen Element kann

durch eine elektrisch nicht-leitfähige bewegliche Stange erreicht werden, die zwischen diesen beiden Elementen positioniert wird. Bei normalem Zellenbetrieb bildet das flexible leitfähige Element einen Abschnitt bzw. ein Teilstück des elektrischen Pfads zwischen einer der Zellenelektroden und der Endkappe (Anschluss). Wenn die Temperatur in der Zelle eine vorbestimmten Wert erreicht, wird das thermisch ansprechende Element abgelenkt, was bewirkt, dass die nichtleitfähige bewegliche Stange gegen das flexible leitfähige Element drückt, was wiederum bewirkt, dass dieses abgelenkt wird und den elektrischen Pfad zwischen der genannten Elektrode und dem Anschluss unterbricht.

[0010] Die Einheit kann dicht an dem thermisch ansprechenden Element eine Diode aufweisen, vorzugsweise eine Zener-Diode. Die Zener-Diode ist parallel mit den Zellenanschlüssen verbinden. Wenn die Zelle versehentlich überladen wird, bewirkt ein längeres Laden oder ein Laden bei übermäßiger Spannung eine Erwärmung der Diode, was wiederum bewirkt, dass die das thermisch ansprechende Element abgelenkt wird, so dass der genannte elektrische Pfad unterbrochen wird, wodurch die Zelle aus- bzw. abgeschaltet wird. Die Einheit weist in wünschenswerter Weise ferner einen Druck betätigten Stromunterbrechermechanismus auf, der vorzugsweise eine Druck betätigten Metallmembran aufweist. Die Membran bildet vorzugsweise einen Abschnitt des Gehäuses der Stromunterbrechereinheit und wird abgelenkt, wenn der Druck in der Zelle einen vorbestimmten Wert überschreitet. Das Ablenken der Membran bewirkt eine Unterbrechung in dem elektrischen Pfad zwischen einer Zellenelektrode und einem entsprechenden Anschluss, wodurch die Zelle abgeschaltet wird.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt kann die Zelle beide der vorstehend genannten Arten von unabhängigen Stromunterbrechereinheiten aufweisen, das heißt eine mit nur einem thermisch ansprechenden Stromunterbrechermechanismus und die andere mit einem thermisch ansprechenden Stromunterbrechermechanismus und einem Druck betätigten Stromunterbrechermechanismus. Dies versieht die Zelle mit mehreren unabhängigen Stromunterbrecher-Sicherheitsmerkmalen. Eine derartige Konstruktion kann in vorteilhafter Weise eingesetzt werden, wenn die Zelle einen ausreichenden Durchmesser aufweist, um beide Stromunterbrechereinheiten aufzunehmen, wie zum Beispiel eine Zelle mit einem Durchmesser oder eine Dicke von insgesamt etwa 5 bis 20 mm. Bei einem derartigen Ausführungsbeispiel kann sich die Stromunterbrechereinheit, welche nur den thermisch ansprechenden Stromunterbrechermechanismus aufweist, in vorteilhafter Weise vollständig innerhalb des Zelleninneren befinden, so dass sie am nächsten an dem heißesten Teilstück der Zelle liegt. Eine Diode, vorzugsweise eine Zener-Di-

ode, kann in einer oder beiden der unabhängigen Stromunterbrechereinheiten enthalten und elektrisch parallel mit den Zellenanschlüssen verbunden sein.

[0012] In den Zeichnungen zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine Perspektivansicht im Aufriss eines Ausführungsbeispiels der Stromunterbrechereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, die vollständig in einer prismatischen Zelle platziert ist;

[0014] [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht der Zelle und der Stromunterbrechereinheit aus [Fig. 1](#);

[0015] [Fig. 3](#) eine auseinander gezogene Perspektivansicht der Komponenten der Stromunterbrechereinheit gemäß den Abbildungen der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#);

[0016] [Fig. 4](#) eine Perspektivansicht einer prismatischen Zelle gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Stromunterbrechereinheit, die von einem Ende der Zelle vorstehend dargestellt ist;

[0017] [Fig. 5](#) eine Perspektivansicht einer zylindrischen Zelle in Bezug auf das gleiche Ausführungsbeispiel der Stromunterbrechereinheit aus [Fig. 4](#);

[0018] [Fig. 6](#) eine Querschnittsansicht der Stromunterbrechereinheit aus den Abbildungen der [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#);

[0019] [Fig. 7](#) eine auseinander gezogene Perspektivansicht der Stromunterbrechereinheit aus den Abbildungen der [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#);

[0020] [Fig. 8](#) eine vertikale Querschnittsansicht einer zylindrischen Zelle, welche die Stromunterbrecherausführungsbeispiele der Abbildungen der [Fig. 2](#) und [Fig. 6](#) aufweist;

[0021] [Fig. 9](#) eine Perspektivansicht einer ovalen, scheibenförmigen Konfiguration für die Diodenteileinheit; und

[0022] [Fig. 10](#) eine Perspektivansicht einer rechteckigen, scheibenförmigen Konfiguration für die Diodenteileinheit.

[0023] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann sich die thermisch ansprechende Stromunterbrechereinheit **220** gemäß der vorliegenden Erfindung vollständig innerhalb einer Zelle **215** befinden, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 1](#) dargestellt ist. Die Zelle **215** kann eine prismatische Zelle darstellen, mit einem Gehäuse **225** in Form eines Parallelepipedons gemäß der Abbildung aus [Fig. 1](#), wobei es sich alternativ aber auch um eine zylindrische Zelle mit dünnem Durchmesser handeln kann. Wenn es sich bei der Zelle **215** um eine prismatische Zelle handelt,

weist sie für gewöhnlich eine geringe Gesamtdicke zwischen etwa 3 und 10 mm auf, wobei die prismatische Zelle für gewöhnlich sehr dünn ist, mit einer Gesamtdicke zwischen etwa 3 und 6 mm. Wenn es sich bei der Zelle **215** um eine zylindrische Zelle mit geringem Durchmesser handelt, kann der Durchmesser für gewöhnlich zwischen etwa 3 und 10 mm liegen. Die hierin beschriebene Einheit **220** kann in größere Zellen integriert werden, wie zum Beispiel in prismatische Zellen mit einer Dicke zwischen etwa 3 und 15 mm oder in eine zylindrische Zelle mit einem Durchmesser zwischen 3 und 15 mm, wobei die Einheit **220** besonders gut geeignet ist für prismatische Zellen mit geringer Dicke oder zylindrische Zellen mit geringem Durchmesser. Die Zelle **215** kann eine primäre oder wiederaufladbare Zelle darstellen, wie etwa eine Lithiumionen-Zelle, eine Nickelmetallhybrid-Zelle oder eine Nickel-Kadmium-Zelle, wobei es sich in vorteilhafter Weise um eine wiederaufladbare Zelle handelt, wie etwa eine Lithiumionen-Zelle. Eine wiederaufladbare Lithiumionen-Zelle ist durch die Übertragung von Lithiumionen von der negativen Elektrode zu der positiven Elektrode bei der Zellenentladung und von der positiven Elektrode zu der negativen Elektrode bei der Zellenladung gekennzeichnet. Sie kann für gewöhnlich eine positive Elektrode aus Lithiumkobaltoxid (Li_xCoO_2) oder Lithiumnickeloxid (LiNi_xO_2) oder Kobalt substituiertem Lithiumnickeloxid ($\text{LiCO}_x\text{Ni}_y\text{O}_2$) oder Lithiummanganoxid mit kristalliner Spinellstruktur ($\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$) aufweisen.

[0024] Die Lithiumionen-Zelle weist für gewöhnlich eine negative Elektrode auf, die Kohlenstoff- oder Zinnoxidstoffe verwendet. Die negative Elektrode bildet die Anode der Zelle während dem Entladen und die Kathode während dem Laden, und die positive Elektrode bildet die Kathode der Zelle während dem Entladen und die Anode während dem Laden. Der Elektrolyt für derartige Zellen kann ein Lithiumsalz umfassen, aufgelöst in einer Mischung nicht-wäßriger Lösemittel. Das Salz kann LiPF_6 darstellen, und die Lösemittel können in vorteilhafter Weise Dimethylkarbonat (DMC), Ethylenkarbonat (EC), Propylenkarbonat (PC) und Mischungen dieser aufweisen. In dem speziellen Ausführungsbeispiel aus der Abbildung aus [Fig. 1](#) handelt es sich bei der Zelle **215** um eine prismatische Lithiumionenzelle mit einem Gehäuse **225**, das aus gegenüber liegenden Flachkörperseiten **205(a)** und **205(b)**, flachen Seitenoberflächen **208(a)** und **208(b)** und flachen Stirnseiten **209(a)** und **209(b)** gebildet wird. Der positive Anschluss **245** und der negative Anschluss **246** werden von der gleichen seitlichen Oberfläche **208(a)** frei gelegt bzw. exponiert und sind für die Verbindung mit einer zu betreibenden Vorrichtung zugänglich. Ein Elektrodenstapel **235** ist so dargestellt, dass er eine Lage bzw. Schicht positive Elektrodenmaterial **211** und eine Lage negatives Elektrodenmaterial **214** aufweist, wobei sich dazwischen ein herkömmliches poröses Scheidermaterial **212** befindet. Der Stapel **235**

kann auf herkömmliche Weise wie eine Biskuitrolle gewickelt werden, und das gewickelte Material kann danach flach gemacht werden, so dass es kompakt in die Zelle passt.

[0025] Eine thermisch ansprechende Stromunterbrechereinheit **220** gemäß der vorliegenden Erfindung kann in eine prismatische Lithiumionen-Zelle **215** integriert werden, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 1](#) dargestellt ist. In einem derartigen Ausführungsbeispiel wird die Stromunterbrechereinheit vollständig in dem Zelleninneren platziert und ist an einem Ende mit der positiven Elektrode **211** elektrisch verbunden und an dem anderen Ende mit dem positiven Anschluss **245**. Bei normalem Betrieb existiert somit ein elektrischer Pfad zwischen der positiven Elektrode **211** und dem positiven Anschluss **245**. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Stromunterbrechereinheit **220** ist in der Abbildung aus [Fig. 2](#) dargestellt. Die Einheit **220** ist eine unabhängige, dicht abgeschlossene Einheit, die ein Metallgehäuse **280**, eine metallische Endkappe **230**, eine Stromunterbrecherscheibe **250**, vorzugsweise gebildet aus einer Gedächtnislegierung, und eine metallische Kontaktplatte **295** umfasst, welche die innere Oberfläche der Kappe **230** berührt. Die Endkappe **230** ist konkav, so dass sich ihre Oberfläche auswärts beult, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 2](#) dargestellt ist. Das Gehäuse **280** weist die Form einer schalenförmigen, runden Struktur mit einem offenen Ende und einem leicht gewölbtem Körper auf, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 3](#) dargestellt ist. Die Einheit **220** weist einen Isolationsring **290** zwischen dem peripheren Rand der Scheibe **250** und dem peripheren Rand **230(a)** der Endkappe **230** auf. Die Einheit **220** kann auch eine Diode aufweisen, vorzugsweise einen Zener-Diodenchip **600**, der darin nah an der Stromunterbrecherscheibe **250** platziert ist. Die Zener-Diode **600** kann in dem Kontaktstecker **295** angeordnet sein. Vorzugsweise weist die Zener-Diode **600** die Form eines Wafers bzw. einer Halbleiterscheibe auf, mit einer positiven Seite **620**, welche die innere Oberfläche des Kontaktsteckers **295** berührt, und mit einer negativen Seite **630**, die sich in elektrischem Kontakt mit dem negativen Anschluss **246** der Zelle befindet. Die Endkappe **230** kann eine dort hindurch gehende Öffnung **640** aufweisen. Die Öffnung kann mit einer elektrischen Isolierbuchse **603** ausgekleidet sein, die sich aus herkömmlichen Polypropylen oder einem Glas-Metall-Dichtungsmaterial zusammensetzt. Ein leitfähiger Verbinder oder eine Zuleitung **602** kann sich von der negativen Seite **630** der Zener-Diode durch die isolierte Öffnung **640** erstrecken, und zwar zur Verbindung mit dem negativen Anschluss **246** der Zelle. Der Verbinder **602** kann auch Nickel oder Kupfer bestehen, wobei er an die negative Seite **630** geschweißt ist. Die Diode **600** kann mit einem Isolierüberzug **601** bereitgestellt werden, der sich aus Polyester- oder Polyimidmaterial zusammensetzt, das aufgetragen wird, um die frei liegende negative Seite

630 abzudecken und zu isolieren. Somit schützt der isolierende Überzug **601** die negative Seite **630** vor einem Kontakt mit dem Kontaktstecker **295** oder der Endkappe **235** der Einheit, die beide positiv sind. Die Diode **600** mit isolierendem Überzug **601** bildet eine Diodenteileinheit mit einer Dicke zwischen etwa 0,25 und 0,35 mm.

[0026] Der Zener-Diodenchip **600** ist eine Halbleiterübergangsvorrichtung mit zwei Anschlüssen, die eine Scheiben- bzw. Wafer-Form aufweisen kann, wobei sie zum Beispiel eine dünne ovale oder polygonale Halbleiterscheibe darstellen kann, vorzugsweise eine rechteckige oder quadratische Halbleiterscheibe gemäß der Abbildung aus [Fig. 3](#) oder eine zylindrische Form. In der Wafer-Form weist die Zener-Diode eine metallisierte positive Anschlussseite (Kathode) **620**, eine metallisierte negative Anschlussseite (Anode) **630** und eine Kern-Halbleiterübergangsschicht **615** zwischen den beiden Anschlussseiten auf. Der Übergang **615** wird für gewöhnlich durch Siliziumdioxid geschützt. In der zylindrischen Zener-Diode liegt der Halbleiterübergang in dem Zylinder. Die äußere Oberfläche des Zylinders bildet eine der Anschlussseiten, und ein Ende des Zylinders bildet den gegenüber liegenden Anschluss. Wenn die Zener-Diode mit einer elektrochemischen Zelle oder einer anderen Gleichstrom-Stromversorgung verbunden ist, weist sie ein kennzeichnendes Strom vs Spannungs-Profil auf. Die Zener-Dioden können durch Zener-Spannung V^* (Durchschlagspannung) und Stromverbrauch (Watt) auf Zener-Spannung vorausgewählt werden. Wenn die Spannung V an den Diodenanschlüssen variiert, nimmt der Widerstand durch die Diode allmählich bis auf die Zener-Spannung V^* ab. Wenn sich die Spannung an die Zener-Spannung V^* annähert und diese überschreitet, fällt der Widerstand durch die Diode drastisch ab. Dies bedeutet, dass der Widerstand durch die Diode sehr klein wird, und dass der Strom I durch die Diode sehr hoch wird, wenn die Spannung deutlich über die Zener-Spannung V^* hinaus ansteigt. Wenn Strom durch die Diode tritt, wird er I^2R Erwärmung ausgesetzt, deren Gleichgewichts-Oberflächentemperatur eine Funktion der Wattdichte ist (Leistungsverbrauch je Einheit des Oberflächenbereichs).

[0027] Während es sich bei der bevorzugten Diode **600** für die Endkappeneinheit gemäß der vorliegenden Erfindung um eine Zener-Diode handelt, können stattdessen auch andere Dioden verwendet werden. Zum Beispiel kann die Zener-Diode ersetzt werden durch eine Schottky-Diode oder eine Leistungs-gleichrichterdiode mit geeigneter Verlustleistung und Niederspannungssenke. Derartige Dioden weisen ferner die gewünschte Eigenschaft des Senkens des Widerstands bei zunehmender Spannung auf, und sie können somit als Heizelement an Stelle der Zener-Diode eingesetzt werden, um es zu bewirken,

dass die Stromunterbrecherscheibe **250** abgelenkt wird, wenn die Zelle einem Überladungszustand ausgesetzt wird. Die Dioden sind jedoch weniger wünschenswert als die Zener-Diode, da sie keinen drastischen Rückgang des Widerstands aufweisen, wenn eine bestimmte Spannung, wie z.B. eine vorausgewählte Zener-Spannung, erreicht wird.

[0028] Es konnte festgestellt werden, dass die richtige Auswahl der Diode **600** und die Platzierung der Diode in der Endkappeneinheit **220** in der Nähe der thermisch ansprechenden Stromunterbrecherscheibe **250** zusätzliche Sicherheit für den Fall bietet, dass die Zelle einer Überladungssituation ausgesetzt wird, als Folge übermäßiger Ladespannung oder eines hohen Ladestroms. In diesem Fall wird die Diode durch die I^2R Erhitzung schnell heiß, was wiederum bewirkt, dass die Stromunterbrecherscheibe **250** abgelenkt wird, so dass der elektrische Pfad in der Einheit **220** unterbrochen und die Zelle abgeschaltet wird. Es konnte bestimmt werden, dass die Integration einer Zener-Diode das Ansprechverhalten des Abschaltens in derartigen Überladungssituationen beschleunigt, da die Stromunterbrecherscheibe einer zusätzlichen Wärme- bzw. Hitzequelle ausgesetzt ist und diese misst, nämlich die Diode. Die Zener-Diode wird in vorteilhafter Weise so ausgewählt, dass ihre Zener-Spannung deutlich über der normalen Betriebsspannung der Zelle liegt, wobei sie gleichzeitig einen Spannungsschwellenwert darstellt, bei dem es wünschenswert ist, die Stromunterbrecherscheibe **250** auszulösen, so dass die Zelle abgeschaltet wird. Die Zener-Diode wird ferner so ausgewählt, dass der auf der Zener-Spannung geführte Strom als Wärme ausgetragen wird, die eine Temperatur erreicht, die ausreicht, um ein Ablenken der Stromunterbrecherscheibe **250** zu bewirken. Vorzugsweise wird die Diode ferner so ausgewählt, dass sie nur einen zu vernachlässigenden Verbrauch der Zelle bewirkt, wenn sich die Zelle nicht im Einsatz befindet. In Bezug auf Lithiumionenzellen ist es wünschenswert, die Zener-Diode so auszuwählen, dass sie einen Verbrauch von unter 100 Mikroampere aufweist, vorzugsweise von 20 Mikroampere Strom bei 3,0 Volt.

[0029] Eine Lithiumionen-Zelle arbeitet in einem Spannungsbereich von für gewöhnlich zwischen etwa 3 und 4 Volt. Die Auswahl einer geeigneten Zener-Diode für eine Lithiumionen-Zelle zur Verwendung in einer Endkappeneinheit **220** und anderen nachstehend beschriebenen Stromunterbrecher-Endkappeneinheiten kann in wünschenswerter Weise einer Zener-Spannung von unter etwa 5,0 Volt, vorzugsweise zwischen etwa 4,7 und 5,0 Volt, und eine Wattleistung zwischen etwa 100 und 500 Mikrowatt aufweisen, so dass der Strom durch die Diode in der Zelle niedrig ist, wobei die Betriebsspannung zwischen etwa 3 und 4 Volt liegt. Das heißt, die Diode sollte so ausgewählt werden, dass sie bei normalen Ladebedingungen nicht genug Wärme bzw.

Hitze erzeugt, um eine Ablenkung der Stromunterbrecherscheibe **250** zu bewirken, und wobei sie nicht viel Strom aus der Zelle verbraucht, um die Zelle nicht stark in Anspruch zu nehmen, wenn sich die Zelle nicht im Einsatz befindet. Eine bevorzugte Zener-Diode **600** zur Anwendung in Bezug auf eine Endkappeneinheit **220**, die in Verbindung mit einer Lithiumionen-Zelle eingesetzt wird, ist ein Zener-Dioden (500 Mikrowatt) Halbleiterchip mit der Typennummer CDC 5230 mit einer Zener-Spannung von 4,7 Volt, angeboten von Compensated Devices Inc., Melrose, Massachusetts, USA. Eine alternative Zener-Diode **600** für die Anwendung in Bezug auf die Endkappeneinheit **220**, die in Verbindung mit einer Lithiumionen-Zelle eingesetzt wird, kann ein Haibleiter-scheibenchip mit 300 Mikrowatt vom Typ CDC 4688 mit einer Zener-Spannung von 4,7 Volt sein. Derartige Chips weisen eine Breite von etwa 0,6 mm und eine Dicke von etwa 0,25 mm auf.

[0030] Der Einsatz der Endkappeneinheit **220** mit oder ohne enthaltene Zener-Diode **600** schließt das Hinzufügen einer herkömmlichen PTC-Vorrichtung (Vorrichtung mit positivem thermischem Ausdehnungskoeffizienten) innerhalb des elektrischen Pfads zwischen der positiven Elektrode der Zelle und dem positiven Anschluss **245** nicht aus. Wenn eine derartige PTC-Vorrichtung hinzugefügt wird, kann sie innerhalb der Endkappeneinheit **200** oder außerhalb dieser platziert werden. Das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel für die Endkappeneinheit **220** mit integrierter Zener-Diode **600** erfordert jedoch keine PTC-Vorrichtung. Die PTC-Vorrichtungen weisen einen ansteigenden Widerstand in Verbindung mit einem Anstieg des dort hindurch fließenden Stroms auf. Der Widerstand der PTC-Vorrichtung steigt jedoch nicht stark genug an, um es zu verhindern, dass der vollständige Strom dort hindurch fließt. Die PTC-Vorrichtung selbst bietet somit nicht das gleiche Maß an Schutz wie das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel für die Endkappeneinheit **220**, speziell wenn die Zelle einer Überladung ausgesetzt wird, durch den Einsatz einer übermäßigen Ladespannung oder einer längeren Ladezeit. Darüber hinaus ist die thermische Stromunterbrecherscheibe **250** auch in der Lage, auf übermäßigen Lade- oder Entladestrom zu reagieren, was es überflüssig macht, eine PTC-Vorrichtung zu integrieren, in Bezug auf eine derartige Situation einen Schutz vorzusehen.

[0031] Die Abbildung aus [Fig. 3](#) zeigt eine bevorzugte Struktur für jede der Komponenten der Einheit **220**. Die Stromunterbrecherscheibe **250** weist eine Dicke auf, die klein ist im Vergleich zu ihrem Durchmesser oder der durchschnittlichen Breite, und wobei die Scheibe vorzugsweise eine runde oder zylindrische Form aufweist, wobei sie aber auch andere Formen aufweisen kann, wie zum Beispiel oval oder elliptisch oder die Form einer dünnen Parallelepiped-

don-Tafel bzw. einer dünnen elongierten Platte mit einem Paar oder mehreren Paaren gegenüber liegenden Kanten, die nicht parallel sein müssen. Derartige Strukturen weisen vorzugsweise eine Dicke auf, die weniger als etwa 30% ihrer Länge entspricht und ferner weniger als etwa 30% ihrer durchschnittlichen Breite. Der hierin und speziell in Bezug auf die thermisch ansprechenden Elemente 250, 350 und 352 verwendete Begriff Scheibe ist so auszulegen, dass er diese anderen Formen einschließt. Für den Fall einer ovalen oder elliptischen Scheibe bezieht sich der Begriff durchschnittliche Breite auf den kleinsten Durchmesser der Hauptseite.

[0032] Die Dicke der Scheibe 250 liegt in wünschenswerter Weise unter 1 mm, wobei sie vorzugsweise zwischen etwa 0,05 und 0,5 mm liegt. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Stromunterbrecherscheibe 250, das in der Abbildung aus [Fig. 3](#) am besten dargestellt ist, weist eine Außenkante 258 und einen hohlen zentralen Abschnitt 257 auf. Ein flexibler, elastischer Abschnitt 255 steht von der peripheren Kante bzw. dem Rand 258 einwärts in den hohlen Abschnitt 257 vor. Der flexible Abschnitt 255 ist in vorteilhafter Weise mit einer leichten Aufwärtsbiegung 255(a) in der Oberfläche vorgeformt, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 3](#) dargestellt ist, so dass das Ende 255(b) an einer ersten Position an der Kontaktplatte 295 sitzt, um den elektrischen Pfad zwischen der positiven Elektrode 211 und dem positiven Anschluss 245 zu vollenden. Bei normalem Betrieb verläuft Strom von der positiven Elektrode 211 zu dem Verbindstreifen 287(a) zu dem Gehäuse 280 zu der Stromunterbrecherscheibe 250 und dem flexiblen Abschnitt 255 zu dem Kontaktstecker 295 zu der Endkappe 230 der Einheit zu dem Verbindstreifen 287(b) und danach zu dem positiven Anschluss 245. Wie dies aus der Abbildung aus [Fig. 1](#) ersichtlich ist, ist die Stromunterbrecherscheibe 250 in der Einheit so ausgerichtet, dass Strom durch die Dicke der Scheibe 250 tritt und somit die Dicke des flexiblen Abschnitts 255, um den Widerstand so gering wie möglich zu halten. Wenn die Temperatur in der Zelle 215 einen vorbestimmten Wert überschreitet, wird das Ende 255(b) nach unten an eine zweite Position abgelenkt, um den Kontakt mit der Kontaktplatte 295 zu unterbrechen, wodurch der elektrische Pfad zwischen der Elektrode 211 und dem Anschluss 245 unterbrochen wird, um die Zelle abzuschalten.

[0033] In Bezug auf die Abbildung aus [Fig. 3](#) ist die Stromunterbrechereinheit 220 so gestaltet, dass sie leicht konstruiert werden kann, indem die Stromunterbrecherscheibe 250 in das Gehäuse 280 mit offenem Ende eingeführt wird, so dass sie auf der unteren Oberfläche des Gehäuses sitzt. Die positive Seite 620 der Zener-Diode 600 ist mit der inneren Oberfläche des Kontaktsteckers 295 verbunden. Danach wird ein Isolierring 290 über die Scheibe 250 eingeführt, und der metallische Kontaktstecker 295, der in

Form eines festen, scheibenförmigen Steckers gegeben ist, wird durch die Öffnung 290(a) in dem Isolierring eingeführt, bis er auf einem vorstehenden elastischen Element 255 sitzt, das vorzugsweise aus einer Gedächtnislegierung besteht. Die Isolierscheibe 275 wird über die Endkappe 230 eingeführt, und diese beiden Elemente werden danach über dem metallischen Kontaktstecker 295 platziert, so dass die innere Oberfläche der Endkappe 230 die obere Oberfläche des Kontaktsteckers 295 berührt. Der periphere Rand des Gehäuses 280 und der periphere Rand der Isolierscheibe 275 werden danach über den peripheren Rand 230(a) der Endkappe 230 gecrimpt. Radialer Druck wird während dem Crimp-Vorgang ausgeübt, so dass der periphere Rand 230(a) der Endkappe 230 in die innere Oberfläche des peripheren Rands 275(a) der Isolierscheibe 275 beißt, so dass ein dichter Abschluss zwischen der Endkappe 230 und dem Gehäuse 280 gebildet wird.

[0034] Die Abbildungen der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der thermischen Stromunterbrechereinheit, in diesem Fall der Einheit 320. Das vorliegende Ausführungsbeispiel des Stromunterbrechers ist so gestaltet, dass es von einem Ende einer prismatischen Zelle vorsteht, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 4](#) dargestellt ist, oder dass es von einem Ende einer zylindrischen Zelle vorsteht, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 5](#) dargestellt ist. In einem derartigen Ausführungsbeispiel beträgt die Dicke insgesamt der prismatischen Zelle in vorteilhafter Weise mindestens etwa 6 mm, wobei ein Wert zwischen etwa 6 und 20 mm für gewöhnlich eine ausreichende Dicke darstellt, um die Einheit 320 aufzunehmen. Wenn die Zelle zylindrisch ist, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 5](#) dargestellt ist, weist sie in wünschenswerter Weise einen Durchmesser auf, der mindestens so groß ist, wie Zellen bzw. Batterien der Größe AAA, um die Einheit 320 aufzunehmen bzw. dieser Platz zu bieten. Die Einheit 320 kann in geeigneter Weise so angebracht werden, dass sie von dem Ende zylindrischer Zellen, wie zum Beispiel der Typen AAA, AA, A, C oder D vorsteht, wie zum Beispiel mit einem Durchmesser zwischen etwa 5 und 20 mm. Bei einem Einsatz auf diese Art und Weise, kann der vorstehende Abschnitt der Einheit 320, d.h. die Endkappe 325 einen der Zellenanschlüsse bilden.

[0035] Die Stromunterbrechereinheit 320 kann eine Endkappe 325 aufweisen, welche in wünschenswerter Weise die Form einer invertierten Schale aufweist, welche den oberen Abschnitt der Einheit 320 bildet, und mit einem schalenförmigen Körper 370, der den unteren Abschnitt der Einheit bildet, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 6](#) dargestellt ist. Die Endkappe 325 und der Körper 370 sind aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet. Die Basis 372 des schalenförmigen Körpers 370 bildet vorzugsweise ein Druck betätigtes Membran, die so gestaltet ist, dass

sie sich nach oben ablenkt (in Richtung der Endkappe 325), wenn der Druck in der Zelle einen vorbestimmten Wert überschreitet. Ein flexibles, auf Wärme reagierendes Element 350 oder 352, das in vorteilhafter Weise aus einer Gedächtnislegierung oder einem Bimetall besteht, ist in dem unteren Abschnitt der Schale 370 und dicht an der Druckmembran 372 angeordnet. Das auf Wärme ansprechende Element kann in wünschenswerter Weise die Form einer Scheibe aufweisen, wie etwa der Scheibe 350 oder 352, mit einer gewölbten Oberfläche gemäß der Abbildung aus [Fig. 7](#). Beide Strukturen können eingesetzt werden, wenn eine Gedächtnislegierung oder eine Bimetallzusammensetzung eingesetzt wird, wobei jedoch eine elongierte Platten- oder Parallelepipedon-Struktur 352 bevorzugt wird, wenn eine Gedächtnislegierung eingesetzt wird, und wobei die runde Scheibenstruktur 350 beim Einsatz einer Bimetallzusammensetzung bevorzugt wird. In wünschenswerter Weise ist die Scheibe 350 (oder die Scheibe 352) in der Einheit 320 positioniert, so dass sie im Wesentlichen in einer Ebene liegt, die parallel zu der Oberfläche der Endkappe 325 verläuft. Eine elektrisch isolierende Stange oder ein Stecker 340 kann auf der oberen Oberfläche des flexiblen, auf Wärme ansprechenden Elements 350 ruhen. Die Einheit 320 weist in wünschenswerter Weise einen metallischen Stützring 360 auf, der in geeigneter Weise auf einer Leiste 374 des Körpers 370 angeordnet werden kann. Die Einheit 320 weist in wünschenswerter Weise eine flexible, elektrisch leitfähige Metallscheibe 330 auf, die ein flexibles, elastisches Element 334 umfasst, das sich von dem peripheren Rand 332 in den hohlen Abschnitt 333 der Scheibe 330 erstreckt. Ein Isolierring 335 ist zwischen dem peripheren Rand 332 der Scheibe 330 und dem Rand 362 des metallischen Stützrings 360 platziert. Die flexible leitfähige Scheibe 330 ist zwischen dem peripheren Rand 327 der Endkappe 325 und dem Isolierring 335 angeordnet. Eine Isolierscheibe 375 umgibt den peripheren Rand 327 der Endkappe 325 und den peripheren Rand 377 des schalenförmigen unteren Körpers 370, und die Scheibe 375 umgibt ferner die Scheibe 330 und den Isolierring 335. Ein Gehäuse 380 umgibt wiederum die Isolierscheibe 375.

[0036] Die Stromunterbrechereinheit 320 kann eine Diodenscheibe 700 aufweisen, die eine Wafer-Form besitzen kann, wie zum Beispiel eine dünne ovale ([Fig. 9](#)) oder polygonale Wafer-Scheibe. Vorzugsweise weist die Diode 700 die Form eines rechteckigen oder quadratischen Wafers auf, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 10](#) dargestellt ist. Die Diode 700 ist vorzugsweise eine Zener-Diode, wobei aber auch andere Dioden verwendet werden können, wie zum Beispiel eine Schottky-Diode oder eine Leistungs-gleichrichterdiode mit geeigneter Leistungsausbreitung und Niederspannungsverbrauch. Die positive metallische Scheibe 720 der Diode wird durch Anbringung mittels leitfähigem Lötmittel mit der Endkap-

pe 325 ([Fig. 6](#)) verbunden. Eine leitfähige Zuleitung 702, die in Form eines metallischen Drahts oder Streifens vorgesehen werden kann, ist bereitgestellt, wobei sie sich von der negativen Seite 730 der Diode erstreckt. Die Zuleitung 702 kann elektrisch mit dem Gehäuse 380 der Einheit verbunden werden, wobei dieses wiederum durch Schweißen an das Zellengehäuse elektrisch mit dem negativen Anschluss der Zelle verbunden ist. Die elektrische Isolierung 703 ist über und unter der negativen Zuleitung 702 bereitgestellt, um sie vor einem Kontakt mit der Endkappe 325 zu schützen oder jede der inneren metallischen Komponenten in der Einheit 320, die positiv sind. Die Isolierung 703 kann in Form eines Polyesterfilms oder eines Polyimidmaterials vorgesehen werden. Alternativ kann es sich bei der Isolierung 703 um Polyvinylchlorid handeln. In ähnlicher Weise ist die frei liegende metallische negative Seite 730 der Diode mit einem isolierenden Material überzogen, wie etwa einem isolierenden Polyesterfilm oder einem Polyimidmaterial, um einen Kontakt zwischen der negativen Seite 730 der Diode und den metallischen Komponenten in der Einheit 320, die positiv sind, zu verhindern. Bei der Diode 700 handelt es sich vorzugsweise um eine Zener-Diode mit einer Zener-Spannung unter etwa 0,5 Volt, vorzugsweise zwischen etwa 4,7 und 5,0 Volt, und mit einer Wattleistung zwischen etwa 100 und 500 Mikrowatt zur Verwendung in der Endkappeneinheit 320 und zur Anwendung bei Lithiumionen-Zellen. Derartige Dioden belasten die Zelle mit einem zu vernachlässigenden Verlust. Eine bevorzugte Zener-Diode 700 zur Anbringung an der Endkappeneinheit 320, die in Verbindung mit einer Lithiumionen-Zelle verwendet wird, kann ein Zener-Dioden (500 Mikrowatt) Halbleiter- bzw. Wafer-Chip vom Typ CDC5230 mit einer Zener-Spannung von 4,7 Volt darstellen, der von Compensated Devices Inc., Melrose, Massachusetts, USA, erhältlich ist. Die Zener-Diode 700 bildet in Verbindung mit der leitfähigen Zuleitung 702 und der Isolierung 703 eine Diodeneinheit mit einer Dicke zwischen etwa 0,25 und 0,35 mm.

[0037] Die Diode 600 oder 700 ist in den bevorzugten Ausführungsbeispielen für die hierin beschriebenen Endkappeneinheiten dauerhaft elektrisch parallel zu den Anschlüssen der Zelle verbunden. In den vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen sind die Diode 600 oder 700 und der Stromunterbrecher 250 oder 350 beide elektrisch mit dem positiven Anschluss der Zelle verbunden. Wenn der Stromunterbrecher 250 oder 350 somit aktiviert wird, wird der elektrische Pfad zwischen dem positiven Anschluss und der positiven Elektrode unterbrochen, wodurch gleichzeitig die Zelle abgeschaltet und die Diode deaktiviert wird. Alternative Schaltungsdesigns für die Integration der Diode sind ebenfalls möglich. Weitere Widerstandsmittel, wie zum Beispiel Widerstände, können in die Schaltung zwischen einem oder beiden der Zener-Dioden-An-

schlüsse und der Verbindung der genannten Zener-Anschlüsse mit einem entsprechenden Zellenanschluss integriert werden. Ferner kann die Diode, wie z.B. die Diode 700 (Fig. 6), parallel mit den Zellenanschlüssen verbunden werden, und der elastische bzw. federnde Arm des Stromunterbrechers 330 kann in Reihe mit der Diode verbunden werden, wie zum Beispiel, wenn die positive Seite 720 der Diode 700 mit der metallischen Stützplatte 360 (Fig. 6) verbunden ist, anstatt mit der Endkappe 320. In einem derartigen Ausführungsbeispiel deaktiviert sich die Diode nicht, wenn sich das Stromunterbrecherelement 350 und der elastische Arm 330 ablenken. Folglich schließt der hierin und in den Ansprüchen verwendete Begriff parallele elektrische Verbindung der Diode nicht die Möglichkeit aus, dass zusätzliche Widerstände oder ein leitfähiger Abschnitt des thermisch ansprechenden Stromunterbrechers, wie z.B. der elastische Arm 3309, in den Schaltungszweig zwischen einem Diodenanschluss und der Verbindung des Anschlusses mit einem Zellenanschluss mit entsprechender Polarität eingefügt werden. Die gemäß der vorstehenden Beschreibung ausgewählten Dioden sorgen für eine zu vernachlässigende Belastung der Zelle. Um eine vollständige Inanspruchnahme der Zelle im Ruhezustand zu vermeiden, kann einer der Diodenanschlüsse dauerhaft mit einem entsprechenden Zellenanschluss verbunden werden, und der andere Anschluss kann mit einem entsprechenden Zellenanschluss über einen Schalter verbunden werden, wobei dieser eingeschaltet wird, wenn die Zelle in die Ladevorrichtung oder die zu betreibende Vorrichtung eingeführt wird.

[0038] Der Einsatz der Endkappeneinheit 320 mit oder ohne Vorhandensein der Zener-Diode 700 schließt das Hinzufügen einer herkömmlichen PTC-Vorrichtung (Vorrichtung mit positivem thermischem Ausdehnungskoeffizienten) in dem elektrischen Pfad zwischen der positiven Elektrode 211 und dem positiven Anschluss 325 nicht aus. Wenn eine derartige PTC-Vorrichtung hinzugefügt wird, so wird sie in wünschenswerter Weise in der Zelle und außerhalb der Endkappeneinheit 320 platziert. Das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel für die Endkappeneinheit 320 mit vorhandener Zener-Diode 700 ermöglicht jedoch einen größeren Schutz als der Einsatz einzig und alleine einer PTC-Vorrichtung, im Besonderen dann, wenn die Zelle einer übermäßigen Ladespannung ausgesetzt wird.

[0039] In Bezug auf die Abbildung aus Fig. 7 kann die Stromunterbrechereinheit 320 gestaltet werden, indem zuerst die Isolierscheibe 375 in das Gehäuse 380 eingeführt wird, so dass die äußere Oberfläche der Scheibe die Innenwand des Gehäuses 380 berührt. Danach wird eine Teileinheit gebildet, indem das thermisch ansprechende Element 350 oder 352 in den schalenförmigen Körper 370 eingeführt wird, wobei danach der metallische Stützring 360 auf die

Leiste 374 des schalenförmigen Körpers 370 eingeführt wird. Die bewegliche Kunststoffstange 340 wird durch die zentrale Öffnung 363 des Stützrings 360 eingeführt, so dass sie auf dem Element 350 zum Ruhen kommt. Der Isolierring 335 wird über dem Stützring 360 in Kontakt mit der peripheren Kante bzw. dem peripheren Rand 362 platziert. Danach wird die Scheibe 330 über dem Isolierring 335 platziert, so dass der peripheren Rand 332 der Scheibe 330 auf dem Isolierring 335 ruht. Die positive Seite 720 der Zener-Diode 700 ist mit der inneren Oberfläche der Endkappe 325 verbunden. Die Endkappe 325 wird danach über der Scheibe 330 platziert, so dass der peripheren Rand 327 der Endkappe 325 auf dem peripheren Rand 332 der Scheibe 330 ruht.

[0040] Die Teileinheit wird danach in das Gehäuse 380 eingeführt, wobei sich die Isolierscheibe 375 darin befindet. Das Ende 380(a) des Gehäuses 380 und das Ende 375(a) der Scheibe 375 werden danach über den peripheren Rand 327 der Endkappe 325 gebrimpt, so dass die Teileinheit und deren Komponenten fest und dauerhaft an der Verwendungsposition gehalten werden, und abgedichtet durch die Scheibe 375 und das umgebende Gehäuse 380.

[0041] Die Einheit 320 kann in eine wiederaufladbare zylindrische Zelle 400 eingeführt werden, wie zum Beispiel eine zylindrische Lithiumionen-Zelle gemäß der Abbildung aus Fig. 8. Die Endkappe 325 der Einheit 320 steht von einem Ende der Zelle vor und bildet einen der Zellenanschlüsse, für gewöhnlich den positiven Anschluss. In ähnlicher Weise kann die Einheit 320 in eine wiederaufladbare prismatische Zelle eingeführt werden, wie zum Beispiel eine prismatische wiederaufladbare Zelle 500 gemäß der Abbildung aus Fig. 4. Bei einer derartigen Anwendung steht die Endkappe 325 von einem Ende der Zelle vor und bildet einen der Zellenanschlüsse, für gewöhnlich den positiven Anschluss. In jedem Fall, ob eine zylindrische oder eine prismatische Zelle eingesetzt wird, kann die Zelle optional ferner eine zusätzliche Stromunterbrechereinheit aufweisen, nämlich die Stromunterbrechereinheit 220 gemäß der vorstehenden Beschreibung. In Verbindung mit den beiden unabhängigen Stromunterbrechereinheiten mit separaten Gehäusen wird die Zelle mit zwei thermisch ansprechenden Stromunterbrechersystemen bereitgestellt, die sich unabhängig voneinander selber aktivieren.

[0042] Die Abbildung aus Fig. 8 zeigt eine Zelle 400 mit den darin enthaltenen Stromunterbrechereinheiten 220 und 320. Beide Stromunterbrechereinheiten 220 und 320 aus der Abbildung aus

[0043] Fig. 8 befindet sich an der Position „ein“, das heißt, an der Position, die es ermöglicht, dass Strom normal von der Elektrode 211 zu der Anschlussendkappe 325 fließt. Wenn sich die Zelle 400 in diesem

Betriebsmodus befindet, existiert ein elektrischer Pfad zwischen einer der Zellenelektroden, wie zum der Elektrode **211**, und dem Zellenschluss **325**. Bei normalem Betrieb fließt Strom von der Elektrode **211** zu dem Verbindungsstreifen **287(a)**, dem Gehäuse **280** der Einheit **220**, zu dem Kontaktstecker **295**, zu der Endkappe **230** und danach zu dem Verbinderstreifen **287(b)**. Strom fließt von dem Verbinderstreifen **287(b)** zu dem unteren Körper **370** der Einheit **320**. Danach fließt Strom von dem Körper **370** zu dem Stützring **360**, zu dem elastischen bzw. federnden Arm **334** der Scheibe **330** und danach von der Scheibe **330** zu der Anschlussendkappe **325**. Wenn die Innentemperatur der Zelle einen vorbestimmten Wert erreicht, biegt sich das thermisch ansprechende elastische Element **255** nach unten, wodurch die elektrische Verbindung zwischen dem Element **255** und dem Kontaktstecker **295** unterbrochen wird. Dies weist den Effekt auf, dass der elektrische Pfad zwischen der Elektrode **211** und der Anschlussendkappe **325** getrennt wird, um die Zelle abzuschalten. Wenn die Innentemperatur der Zelle ferner einen anderen vorbestimmten Wert erreicht, biegt sich das thermisch ansprechende Element **350** (oder **352**) der Einheit **320** nach oben an die in der Abbildung aus [Fig. 6](#) dargestellte Position. Diese Aufwärtsbewegung des Elements **350** bewirkt, dass sich die Kunststoffstange **340** nach oben bewegt, gegen den flexiblen elastischen Arm **334** der Scheibe **330**. Dies bewirkt, dass der elastische Arm **334** den Kontakt mit dem Stützring **360** unterbricht, wodurch der elektrische Pfad zwischen der Elektrode **211** und der Anschlussendkappe **325** getrennt wird. Wenn die Innentemperatur der Zelle sehr schnell ansteigt, werden das auf Wärme ansprechende Element **255** der Einheit **220** und das auf Wärme ansprechende Element **350** (oder **352**) der Einheit **320** gleichzeitig aktiviert, was bewirkt, dass der elektrische Pfad zwischen der Elektrode **211** und der Anschlussendkappe **325** spontan an zwei Stellen unterbrochen wird. Dies gewährleistet ein unverzügliches Abschalten der Zelle und sorgt für zusätzliche Sicherheit, dass sich die Zelle abschaltet, wenn eines der beiden auf Wärme ansprechenden Elemente eine Fehlfunktion aufweist.

[0044] Wenn sich der Gasdruck in der Zelle alternativ so weit aufbaut, dass er einen vorbestimmten Wert überschreitet, biegt sich die Membran **372** der Einheit **320** nach oben, was bewirkt, dass sich die Kunststoffstange **340** gegen den elastischen Arm **334** nach oben bewegt, was bewirkt, dass der elastische Arm **334** den Kontakt mit dem Stützring **360** unterbricht. Dies wiederum hat den Effekt, dass der elektrische Pfad zwischen der Elektrode **211** und der Anschlussendkappe **325** unterbrochen wird, wodurch die Zelle abgeschaltet wird. Die Membran **372** ist nur für den Innendruck der Zelle verantwortlich und wird diesbezüglich unabhängig von der Innentemperatur der Zelle betätigt. Die Druck betätigten Membran **372** stellt somit sicher, dass sich die Zelle abschaltet, wenn der

Gasdruck in der Zelle einen vorbestimmten Druck erreicht, unabhängig von der Temperatur der Zelle.

[0045] In dem Ausführungsbeispiel der Stromunterbrechereinheit aus den Abbildungen der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) bestehen die thermisch ansprechende Scheibe **250** mit dem sich einwärts erstreckenden elastischen Element **255** oder die Scheibe **350** oder die Scheibe **352** aus den Abbildungen der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) in wünschenswerter Weise aus einer Gedächtnislegierung. Die Gedächtnislegierung kann aus einer Gruppe bekannter Gedächtnislegierungen ausgewählt werden, die zum Beispiel folgendes umfasst: Nickel-Titan (Ni-Ti), Kupfer-Zink-Aluminium (Cu-Zn-Al) und Kupfer-Aluminium-Nickel (Cu-Al-Ni). Es konnte jedoch festgestellt werden, dass es sich bei der am meisten bevorzugten Legierung für die Gedächtnislegierungsscheibe **250** oder die Scheiben **350** oder **352** um eine Nickel-Titan-Legierung handelt. Eine bevorzugte Nickel-Titan-Gedächtnislegierung ist unter der Handelsbezeichnung NITINOL von der Special Metals Corporation erhältlich. Das elastische Element **255** der Scheibe **250** oder der Scheiben **350** oder **352** kann aus einer zurücksetzbaren bzw. rückstellbaren Gedächtnislegierung bestehen, das heißt, aus einer Legierung, die sich bei Erhitzung verformt, jedoch nach dem Abkühlen auf Umgebungstemperatur wieder in ihre ursprüngliche Form zurückkehrt, ohne dass eine externe Kraft ausgeübt wird. Es ist jedoch wünschenswert, dass das Gedächtnislegierungselement bei Umgebungstemperatur nicht rücksetzbar ist, das heißt, dass es sich umkehrbar verformt, wenn es auf seine Aktivierungs temperatur erhitzt wird. Dies stellt sicher, dass die Zelle nicht wieder funktionsfähig bzw. betriebsbereit wird, nachdem Bedingungen innerhalb der Zelle eine übermäßige interne Erwärmung verursacht haben. Somit werden die Scheiben **250**, **350** oder **352** vorzugsweise unter Verwendung der Legierung NITINOL hergestellt, so dass sie nach einer Aktivierung nicht mehr in den Ausgangszustand zurückgeführt werden können. Die bevorzugte Speicherscheibe **250** kann in geeigneter Weise als ein Teil aus der Legierung NITINOL mit einem runden peripheren Rand **258**, von dem ein flexibles Element **255** einwärts vorsteht, hergestellt werden. Das flexible Element **255** kann in geeigneter Weise eine rechteckige Form aufweisen und mit einem nach oben gebogenen äußeren Schenkel **255(d)** hergestellt werden, getrennt von dem inneren Schenkel **255(c)** durch eine Biegungslinie **255(a)** ([Fig. 2](#) und [Fig. 3](#)). Das elastische Element **255** kann in wünschenswerter Weise zwischen etwa 2 und 5 mm breit und zwischen 3 und 8 mm lang sein, mit einer Dicke zwischen etwa 0,05 mm und 0,5 mm. Der Schenkel **255(d)** biegt sich abwärts entlang der Biegungslinie **255(a)**, wenn die Temperatur zwischen etwa 60°C und 120°C liegt, was eine Kontaktunterbrechung zwischen dem Element **255** und dem Kontaktstecker **295** bewirkt. Die Scheibe **250** kann in wünschenswerter Weise einen Durchmesser zwi-

schen etwa 5 und 15 mm aufweisen.

[0046] Für das Erreichen eines derartigen Aktivierungseffekts wurde festgestellt, dass die Dicke der Speicher- bzw. Gedächtnisscheibe **250** und des elastischen Elements **255** in vorteilhafter Weise im Bereich zwischen 0,05 und 0,5 mm liegen kann, mit einem entsprechenden Oberflächenbereich, so dass der Widerstand des genannten Elements niedriger ist als etwa 5 Milliohm. Die vorstehend beschriebene Form für die Scheibe **250**, nämlich eine hohle Scheibe mit einem runden peripheren Rand, von dem ein flexibler Abschnitt **255** einwärts vorsteht, ist wünschenswert, da dies eine reduzierte Dicke und eine zweckmäßige Kontaktfläche ermöglicht, um den Gesamtwiderstand der Scheibe **250** zu reduzieren, wenn Strom bei normalem Zellenbetrieb durch die Dicke der Scheibe verläuft. Das Gedächtniselement **255** weist in wünschenswerter Weise keine Verformungsbelastung von mehr als etwa acht Prozent auf. Der Biegungswinkel liegt in wünschenswerter Weise zwischen etwa 10 und 30 Grad, das heißt, das Ende **255(b)** ist in einem Winkel zwischen etwa 10 und 30 Grad von der Ebene der Scheibe nach oben gebogen. Dies ermöglicht es, dass das Gedächtniselement **255** von dem Kontaktstecker **295** weggehend abgelenkt und abgeflacht wird, wenn die Aktivierungstemperatur erreicht wird. Bei der Anwendung in Verbindung mit Lithiumionen-Zellen kann das vorstehend beschriebene bevorzugte Design für die Gedächtnisscheibe dazu führen, dass deren Widerstand insgesamt niedriger ist als 5 Milliohm, was wiederum eine Stromverlustleistung von bis zu 5 Ampere bei dauerhaftem Zellenbetrieb ermöglicht.

[0047] In dem Ausführungsbeispiel der Stromunterbrechereinheit aus den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) kann das thermisch ansprechende Element in Form einer gekrümmten, runden Scheibe **350** oder Scheibe in Form einer dünnen gekrümmten, gereckten Platte oder eines Parallelepipedons **352** in vorteilhafter Weise aus einer Gedächtnislegierung gemäß der vorstehenden Beschreibung bestehen, wie etwa der Legierung NITINOL. (Wenn die Scheibe **352** die Form einer dünnen, gereckten Platte aufweist, kann sie oval sein oder ein oder mehrere Paare gegenüberliegender Kanten aufweisen, die nicht parallel sind.) Die Scheibe **350** oder **352** wird vorzugsweise so hergestellt, dass sie sich unumkehrbar verformt, wenn sie einer vorbestimmten Temperatur ausgesetzt wird, die in wünschenswerter Weise zwischen etwa 60°C und 120°C liegt. Wenn die innere Zellentemperatur einen vorbestimmten Wert überschreitet, kehrt sich die Krümmung der Scheibe oder Platte um oder wird flach, was bewirkt, dass die Kunststoffstange **340** gegen den elastischen Arm **334** der Scheibe **330** drückt. Dies wiederum bewirkt eine Unterbrechung des elektrischen Kontakts zwischen der Scheibe **330** und dem metallischen Stützring **360** gemäß der vorstehenden Beschreibung, um den Stromfluss

zu unterbrechen. Die thermisch ansprechende Scheibe **350** oder **352** kann alternativ eine bimetallische Konstruktion aufweisen, das heißt mit zwei Schichten verschiedenartiger Metalle mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Wenn eine Bimetallkonstruktion eingesetzt wird, kann die obere Schicht der Bimetallscheibe **350** oder -platte **352** (die am nächsten an der Endkappe **325** liegende Schicht) aus einem Metall mit hoher thermischer Ausdehnung bestehen, vorzugsweise einer Nickel-Chrom-Legierung, und wobei die darunter liegende oder untere Schicht aus einem Metall mit geringer thermischer Ausdehnung bestehen kann, vorzugsweise einer Nickel-Eisen-Legierung. Eine andere geeignete Bimetallzusammensetzung ist Nickel und Titan. In einem derartigen Ausführungsbeispiel aktiviert sich die Scheibe **350** (oder die Scheibe **352**), wenn die Zellentemperatur auf mindestens 60°C ansteigt, und wobei sie sich für gewöhnlich bei einer Zellentemperatur zwischen etwa 60°C und 120°C aktivieren kann. Ferner ist es möglich, die Metallschichten mit hohem und thermischen Ausdehnungskoeffizienten so auszuwählen, dass die Scheibe **350** oder **352** nicht zurückgesetzt wird, ausgenommen bei einer Temperatur unter -20°C, was die Vorrichtung für die meisten Anwendungen zu einer thermostatischen Vorrichtung mit einfacher Wirkung macht.

[0048] In Bezug auf die Stromunterbrechereinheit **220** ([Fig. 2](#) und [Fig. 3](#)) kann das Gehäuse **280** für zusätzliche Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit aus Aluminium, Edelstahl oder Titan gebildet werden. Das Gehäuse **280** weist in wünschenswerter Weise eine Wanddicke zwischen etwa 0,1 mm und 0,5 mm auf. Das Gehäuse **280** und somit die Einheit **220** weisen vorzugsweise einen Durchmesser zwischen etwa 3 und 15 mm auf, wobei der Durchmesser für gewöhnlich zwischen etwa 3 und 8 mm liegt, und mit einer Tiefe zwischen etwa 1 und 10 mm, für gewöhnlich zwischen etwa 1 und 3 mm. Eine Einheit **220** mit derartigen Abmessungen insgesamt kann in sehr dünne prismatische Zellen mit einer Gesamtdicke zwischen etwa 3 und 6 mm eingeführt werden, ohne die Zellenkapazität erkennbar zu reduzieren oder die Funktionalität des Stromunterbrechers zu beeinträchtigen.

[0049] Der innere Isolierring **290** besteht vorzugsweise aus einem korrosionsbeständigen Thermoplast mit verhältnismäßig hoher Kompressionsfestigkeit und Temperaturbeständigkeit. Ein bevorzugtes Material für den Isolierring **290** ist ein Flüssigkristallpolymer, das unter dem Warenzeichen VECTRA als Polymer von der Celanese Co. erhältlich ist, oder ein Polyester, das als Polymer unter dem Warenzeichen VALOX von der General Electric Plastics Company erhältlich ist. Der Kontaktstecker **295** wird in wünschenswerter Weise aus kalt gewalztem Stahl oder Edelstahl gebildet, so dass er leicht an die Unterseite der Endkappe **230** geschweißt werden kann. Der

Kontaktstecker **295** kann mit einem Edelmetall plattierte werden, wie etwa Silber, um dessen Kontaktwiderstand zu senken. Die Endkappe **230** wird vorzugsweise als Edelstahl, Aluminium oder Titan gebildet, um die erforderliche Kombination aus Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit bereitzustellen, und wobei sie insgesamt einen Durchmesser zwischen etwa 3 und 15 mm aufweist, für gewöhnlich zwischen etwa 4 und 8 mm, und mit einer Tiefe von insgesamt unter etwa 1 mm, für gewöhnlich zwischen etwa 0,1 und 1 mm. Die Isolierscheibe **275** kann in wünschenswerter Weise eine Dicke zwischen etwa 0,1 und 0,5 mm und einen Gesamtdurchmesser zwischen etwa 3 und 15 mm, vorzugsweise zwischen etwa 4 und 8 mm aufweisen. Die Scheibe **275** kann aus einem haltbaren bzw. robusten, gleichzeitig elastischen, korrosionsbeständigen Thermoplast gebildet werden, wie zum Beispiel einem Polypropylen mit hoher Dichte, das in Bezug auf Elektrolyt inert ist und eine ausreichende Elastizität aufweist, um einen guten dichten Abschluss zwischen dem Gehäuse **280** und den inneren Komponenten der Einheit **220** bereitzustellen.

[0050] In Bezug auf die Stromunterbrechereinheit **320** ([Fig. 6](#) und [Fig. 7](#)) kann das Gehäuse **380** aus Edelstahl oder Nickel plattierte, kalt gewalztem Stahl für Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit hergestellt werden. Das Gehäuse **380** weist in wünschenswerter Weise eine Wanddicke zwischen etwa 0,1 mm und 0,5 mm auf. Das Gehäuse **380** und somit die Einheit **320** weisen vorzugsweise einen Durchmesser von etwa 4 bis 15 mm auf, oder eine Gesamtbreite, die vorzugsweise zwischen etwa 4 und 8 mm liegt und mit einer Tiefe zwischen etwa 1 und 10 mm, für gewöhnlich zwischen etwa 3 und 6 mm. Eine Einheit **320** mit derartigen Abmessungen kann in prismatische Zellen mit einer Dicke von insgesamt zwischen etwa 6 und 20 mm eingeführt werden, oder in zylindrische Zellen mit einem Durchmesser zwischen etwa 5 und 20 mm, ohne die Zellenkapazität erkennbar zu reduzieren oder die Funktionalität des Stromunterbrechers zu beeinträchtigen. Die Endkappe **325** weist für gewöhnlich einen Durchmesser von insgesamt zwischen etwa 4 und 15 mm und eine Gesamt Tiefe zwischen etwa 0,1 und 1 mm auf. Die Endkappe **325** kann aus Edelstahl oder Nickel plattierte, kalt gewalztem Stahl gebildet werden, um entsprechende Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit bereitzustellen. Die flexible leitfähige Scheibe **330** weist in wünschenswerter Weise einen Durchmesser zwischen etwa 4 und 15 mm auf und eine Dicke zwischen etwa 0,1 und 0,5 mm. Sie besteht in wünschenswerter Weise aus einem elastischen metallischen Material mit guter elektrischer Leitfähigkeit und Festigkeit, wie etwa eine Beryllium-Kupfer-Legierung oder Federstahl, der mit einem Edelmetall wie etwa Gold oder Silber plattierte werden kann, um dessen Kontaktwiderstand zu senken. Der Federarm **334** der Scheibe **330** kann in wünschenswerter Weise eine rechteckige Form aufweisen, mit einer Breite von etwa 2 bis 5

mm, einer Länge zwischen etwa 3 und 8 mm und eine Dicke zwischen etwa 0,1 und 0,5 mm.

[0051] Der Isolierring **335** besteht vorzugsweise aus einem korrosionsbeständigen Thermoplast mit verhältnismäßig hoher Kompressionsfestigkeit und Temperaturbeständigkeit. Ein bevorzugtes Material für den Isolierring **335** ist ein Flüssigkristallpolymer, das unter dem Warenzeichen VECTRA als Polymer von der Celanese Co. erhältlich ist, oder ein Polyester, das als Polymer unter dem Warenzeichen VALOX von der General Electric Plastics Company erhältlich ist. Die bewegliche Stange **340** kann einen Durchmesser oder eine Breite zwischen etwa 1 und 3 mm aufweisen und eine Länge zwischen etwa 1 und 5 mm. Die Stange **340** ist im Wesentlichen elektrisch nicht leitfähig (aus einem Material mit hohem spezifischen Widerstand bestehend) und sollte auch dann thermisch stabil sein, wenn sie hohen Temperaturen ausgesetzt wird, wie zum Beispiel von 120°C und höher. Ein bevorzugtes Material für die Stange **340** ist das Flüssigkristallpolymer, das unter dem Warenzeichen VECTRA als Polymer von der Celanese Co. erhältlich ist. Der metallische Stützring **360** weist in wünschenswerter Weise einen Durchmesser zwischen etwa 4 und 15 mm auf, vorzugsweise zwischen etwa 4 und 8 mm, und eine Dicke zwischen etwa 0,1 und 1 mm. Der Stützring **360** kann leicht aus Edelstahl oder kalt gewalztem Stahl gebildet werden, um eine zweckmäßige Festigkeit bereitzustellen, wobei das Material mit einem Edelmetall wie etwa Gold oder Silber plattierte werden kann, um den Kontaktwiderstand zu senken. Die Druck betätigten Membran **372**, die in wünschenswerter Weise die Basis des schalenförmigen Körpers **370** bildet, kann einen Durchmesser zwischen etwa 4 und 15 mm aufweisen und eine Wanddicke zwischen etwa 0,1 und 0,5 mm. Der schalenförmige Körper **370** und die Membran **372** können leicht aus Aluminium gebildet werden, das leicht und dauerhaft verformt wird, wenn es einem erhöhten Druckunterschied ausgesetzt wird. Die Isolierscheibe **375** kann in wünschenswerter Weise eine Dicke zwischen etwa 0,1 und 0,5 mm aufweisen und einen Durchmesser von insgesamt etwa 4 bis 15 mm. Die Scheibe **375** kann aus einem robusten und doch elastischen, korrosionsbeständigen Thermoplast gebildet werden, wie zum Beispiel einem Polypropylen mit hoher Dichte, das in Bezug auf Elektrolyt inert ist und ausreichend Elastizität aufweist, um eine zweckmäßige Dichtung zwischen dem Gehäuse **380** und den inneren Komponenten der Einheit **320** bereitzustellen.

[0052] Die vorliegende Erfindung wurde in Bezug auf bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben, wobei hiermit festgestellt wird, dass Modifikationen der beschriebenen Ausführungsbeispiele möglich sind, ohne dabei von dem Gedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die vorliegende Erfindung ist somit nicht auf die besonderen Ausführungs-

beispiele beschränkt, sondern durch die Ansprüche und deren Äquivalente definiert.

Patentansprüche

1. Stromunterbrechereinheit (**220**) für eine elektrochemische Zelle, wobei die genannte Einheit ein Gehäuse (**280**), eine Kammer innerhalb des Gehäuses und eine Endkappe (**230**) umfasst, die im Verhältnis zu dem genannten Gehäuse dicht verschlossen ist, wobei die genannte Einheit dort hindurch einen elektrisch leitfähigen Pfad zwischen dem genannten Gehäuse und der genannten Endkappe aufweist, wobei die genannte Einheit in eine Zelle eingeführt werden kann, so dass ein Teilstück des elektrisch leitfähigen Pfads zwischen einer der Zellenelektroden und einem entsprechenden Zellenanschluss gebildet wird, wobei die genannte Einheit eine thermisch ansprechende Einrichtung in der genannten Kammer aufweist, um es zu verhindern, dass Strom durch den genannten elektrischen Pfad innerhalb der genannten Einheit fließt, und wobei die genannte Einheit ferner eine elektrische Widerstandseinrichtung in der Nähe der genannten thermisch ansprechenden Einrichtung aufweist, wobei die genannte Widerstandseinrichtung eine Erwärmung bewirkt, wenn Strom dort hindurch verläuft, wobei die genannte Widerstandseinrichtung einen abnehmenden Widerstand aufweist, wenn die an die Einrichtung angelegte Spannung zunimmt, wobei die genannte thermisch ansprechende Einrichtung eine thermisch ansprechende Scheibe (**250**) aufweist, wobei die genannte Scheibe innerhalb der genannten Einheit so ausgerichtet ist, dass während dem normalen Zellenbetrieb Strom durch die Dicke der genannten Scheibe fließt, wobei zumindest ein Teilstück der genannten Scheibe abgelenkt wird, wenn die Temperatur innerhalb der genannten Einheit einen vorbestimmten Wert erreicht, der eine Unterbrechung in dem genannten elektrischen Pfad durch die genannte Einheit bewirkt, wodurch bewirkt wird, dass die Zelle den Betrieb einstellt.

2. Stromunterbrechereinheit nach Anspruch 1, wobei die genannte thermisch ansprechende Scheibe eine Gedächtnislegierung umfasst.

3. Stromunterbrechereinheit nach Anspruch 1 oder 2, wobei die genannte thermisch ansprechende Scheibe bimetallisch ist.

4. Stromunterbrechereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die genannte thermisch ansprechende Scheibe eine dort hindurch verlaufende Öffnung aufweist, und wobei die genannte Scheibe eine Außenkante mit einem flexiblen Teilstück aufweist, das von einem Teilstück der Außenkante in die genannte Öffnung vorsteht, wobei die Außenkante die Oberfläche eines isolierenden Elements innerhalb der genannten Endkappe berührt, wobei das ge-

nannte flexible Teilstück eine biegbare Oberfläche an einer ersten Position aufweist, wobei sich die genannte biegbare Oberfläche, wenn die Zellentemperatur innerhalb der genannten Einheit einen vorbestimmten Wert erreicht, an eine zweite Position bewegt, wobei eine Unterbrechung in dem genannten elektrischen Pfad bewirkt.

5. Stromunterbrechereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die genannte Widerstandseinrichtung eine Diode umfasst, die innerhalb des genannten Gehäuses angeordnet ist, wobei die genannte Diode einen positiven und einen negativen Anschluss aufweist, die elektrisch parallel mit den entsprechenden positiven und negativen Anschlüssen einer elektrochemischen Zelle verbunden sind.

6. Stromunterbrechereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die genannte Widerstandseinrichtung eine Diodenteileinheit umfasst, die eine Zener-Diode umfasst, die innerhalb des genannten Gehäuses angeordnet ist, wobei die genannte Zener-Diode einen positiven und einen negativen Anschluss aufweist, die mit den entsprechenden positiven und negativen Anschlüssen einer elektrochemischen Zelle parallel verbunden sind.

7. Stromunterbrechereinheit nach Anspruch 6, wobei ein Anschluss der genannten Zener-Diode elektrisch mit der genannten frei liegenden Endkappe der genannten Einheit verbunden ist, wobei der genannte verbundene Anschluss der Zener-Diode die gleiche Polarität aufweist wie die genannte frei liegende Endkappe.

8. Stromunterbrechereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die genannte Einheit eine unabhängige Struktur darstellt.

9. Stromunterbrechereinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die genannte Diodenteileinheit ferner ein leitfähiges Element umfasst, das mit einem der Anschlüsse der genannten Diode verbunden ist, wobei sich das genannte leitfähige Element von der Diode erstreckt und elektrisch mit einem Zellenanschluss der gleichen Polarität verbunden ist.

10. Stromunterbrechereinheit nach Anspruch 9, wobei der Körper des genannten leitfähigen Elements von einer elektrischen Isolierung umgeben ist.

11. Stromunterbrechereinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei die Zener-Diode eine Wattleistung zwischen etwa 100 und 500 Mikrowatt aufweist.

12. Stromunterbrechereinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei die Zener-Diode eine Zener-Spannung von weniger als etwa fünf Volt aufweist.

13. Stromunterbrechereinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die genannte Zener-Diode einen Halbleiterchip darstellt.

14. Stromunterbrechereinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 13, wobei die genannte Teileinheit in Form einer Halbleiterscheibe mit einer polygonalen oder ovalen Form gegeben ist.

15. Elektrochemische Zelle (**215**) mit einem positiven (**245**) und einem negativen (**246**) Anschluss und mit einem Paar positiver (**211**) und negativer (**213**) Elektroden, wobei die genannte Zelle eine Stromunterbrechereinheit (**220**) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche aufweist.

16. Elektrochemische Zelle nach Anspruch 15, wobei die genannte Einheit eine unabhängige Einheit darstellt, die vollständig innerhalb des Innenvolumens der genannten Zelle angeordnet ist, und wobei die genannte Zelle eine wiederaufladbare Zelle darstellt, die vorzugsweise prismatisch ist, mit einer Gesamtdicke zwischen etwa 3 und 10 mm.

17. Elektrochemische Zelle nach Anspruch 15 oder 16, wobei die genannte Einheit einen Teil des elektrischen Pfads zwischen einer der genannten Elektroden und dem entsprechenden Zellenanschluss bildet, und wobei das Gehäuse oder die Endkappe der genannten Einheit elektrisch mit einer der genannten Zellenelektroden verbunden ist, und wobei die andere elektrisch mit einem entsprechenden Zellenanschluss verbunden ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

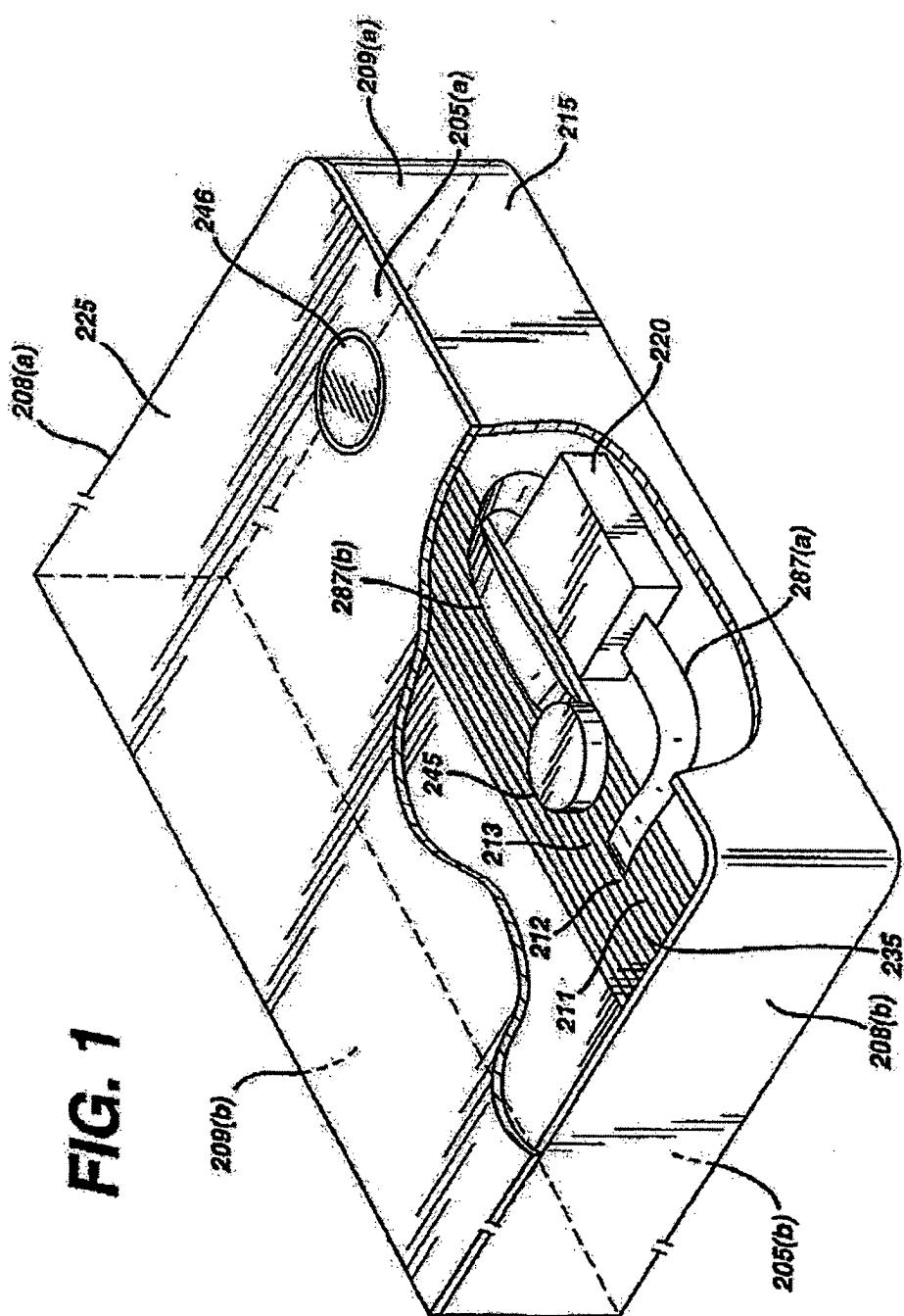
FIG. 1

FIG. 2

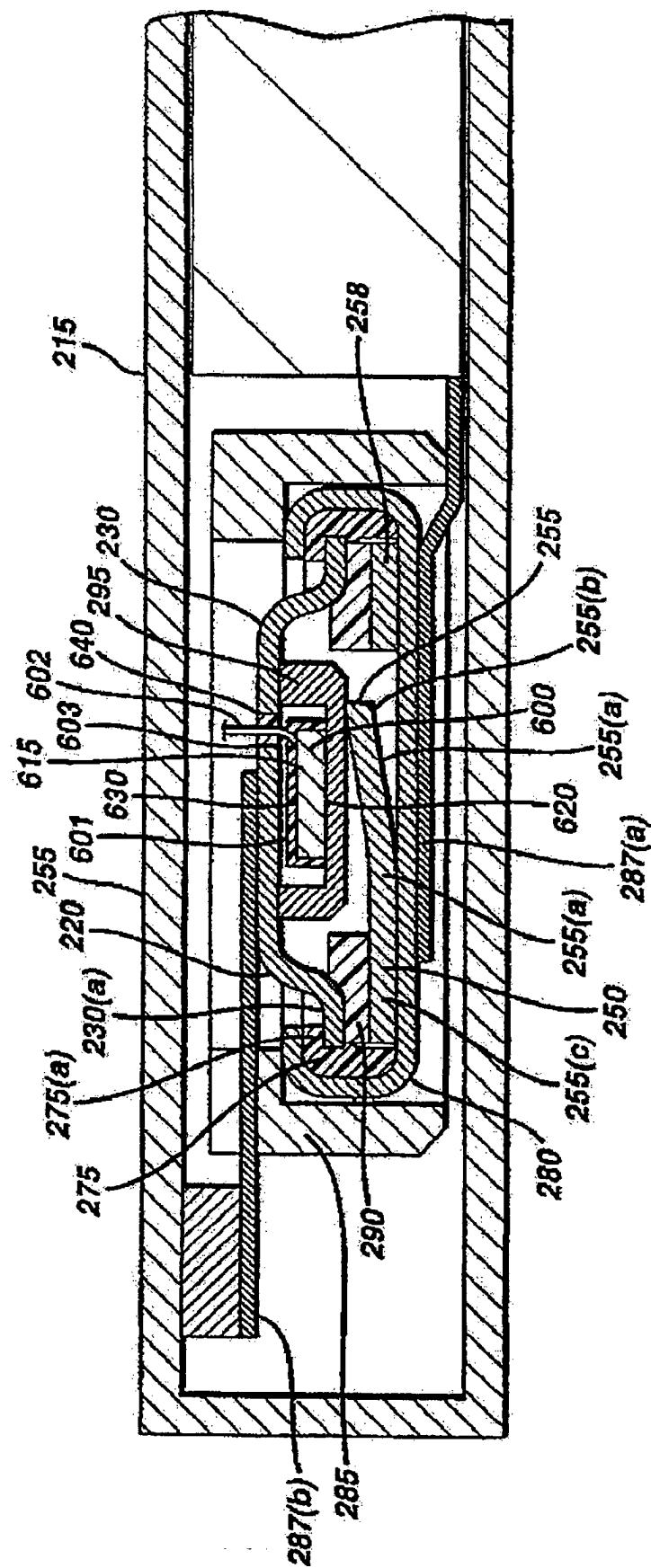


FIG. 3

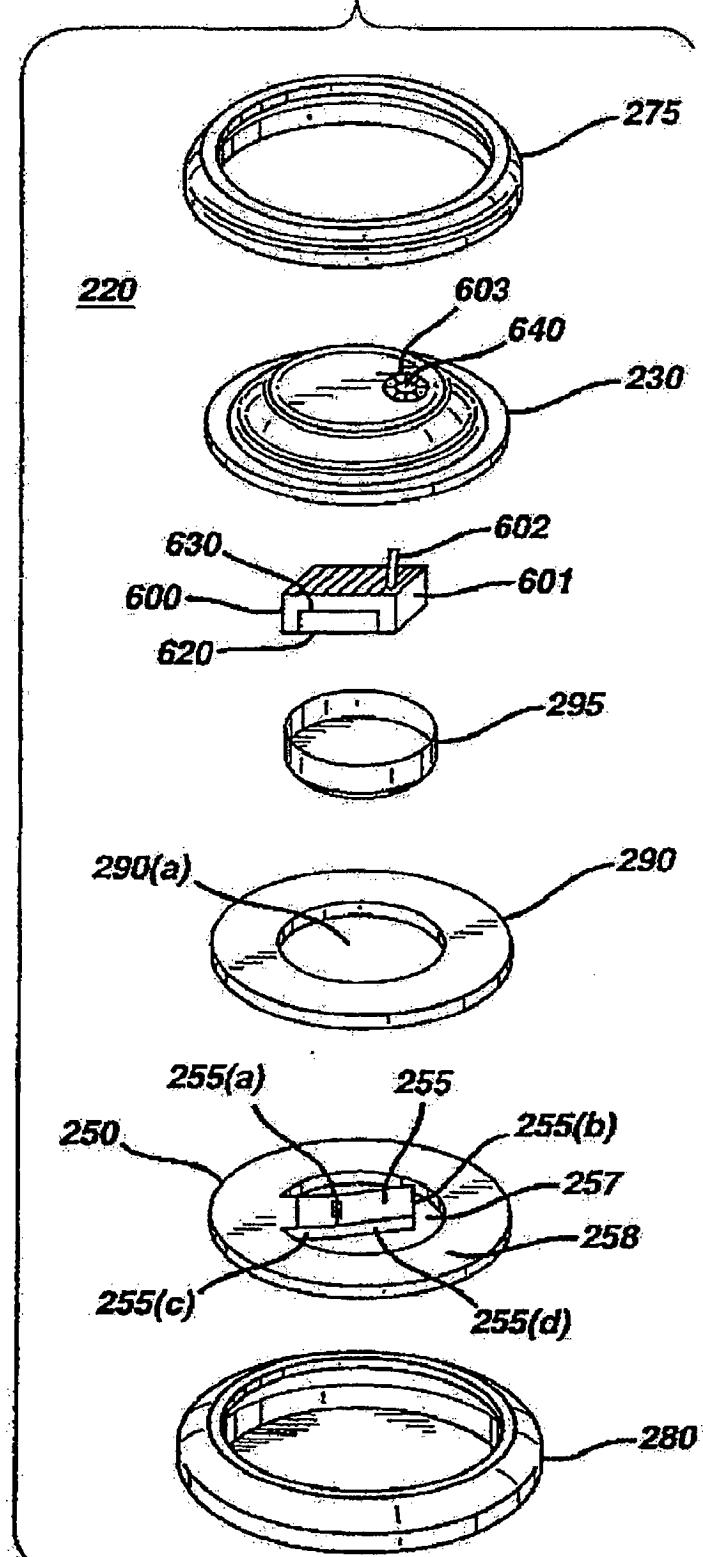


FIG. 4

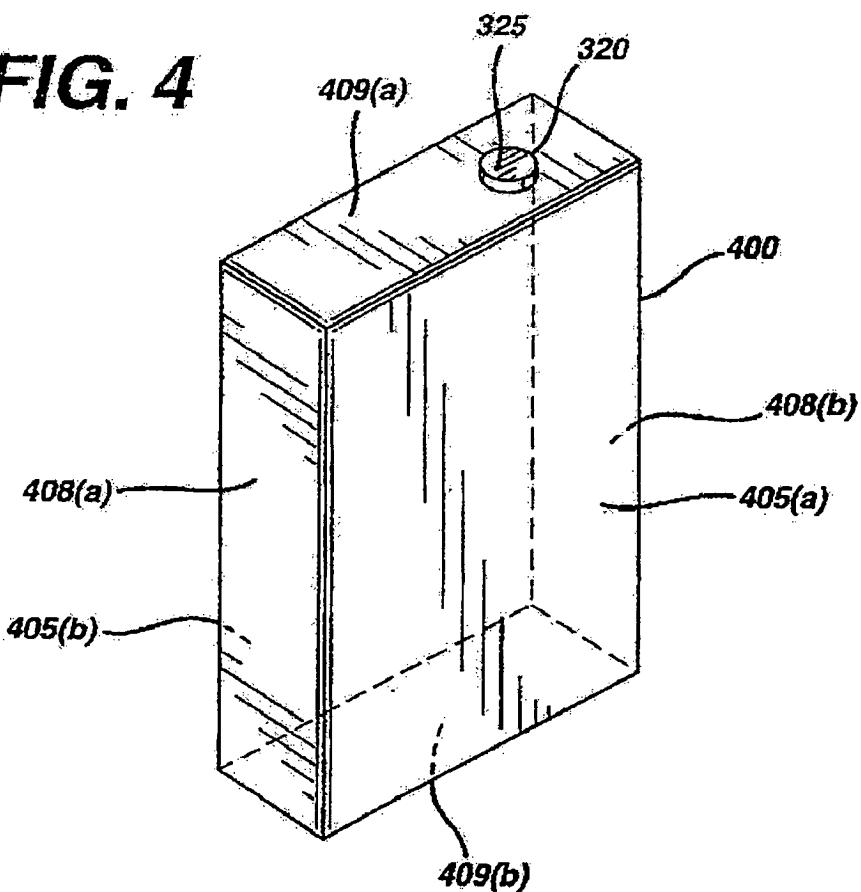


FIG. 5

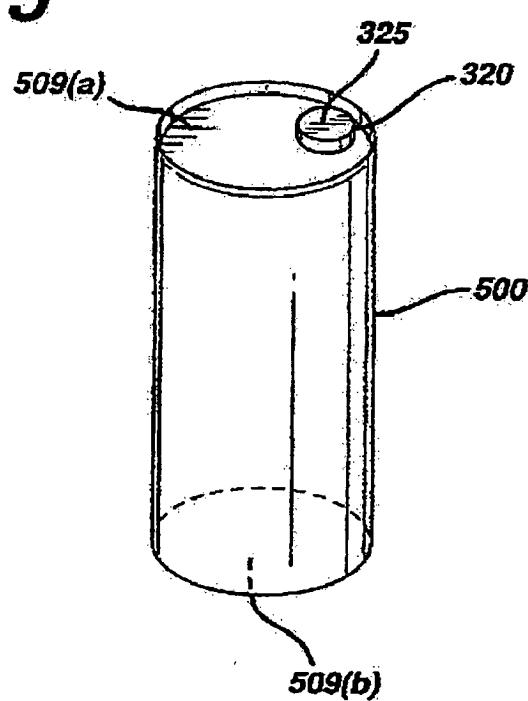


FIG. 6

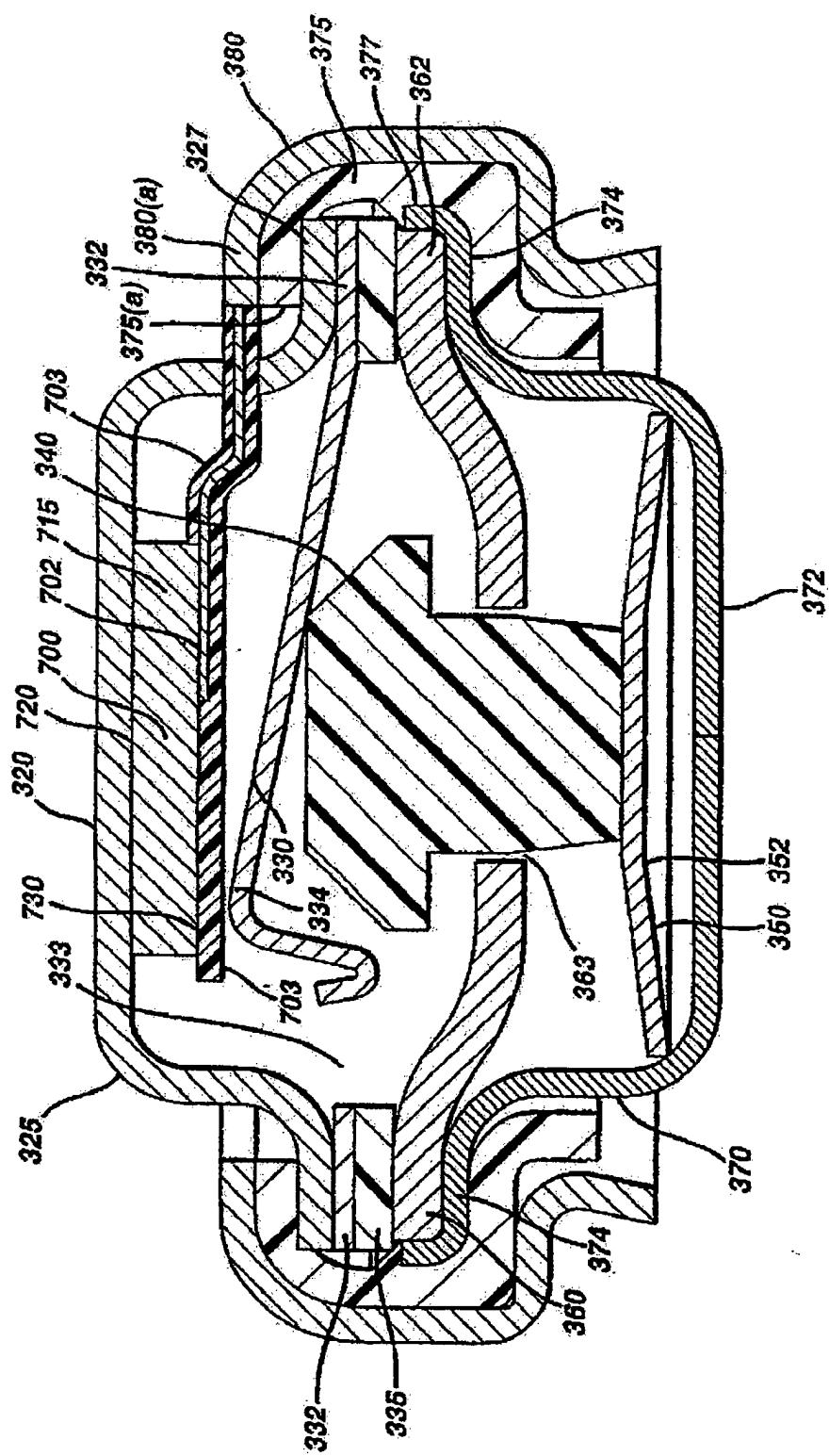


FIG. 7

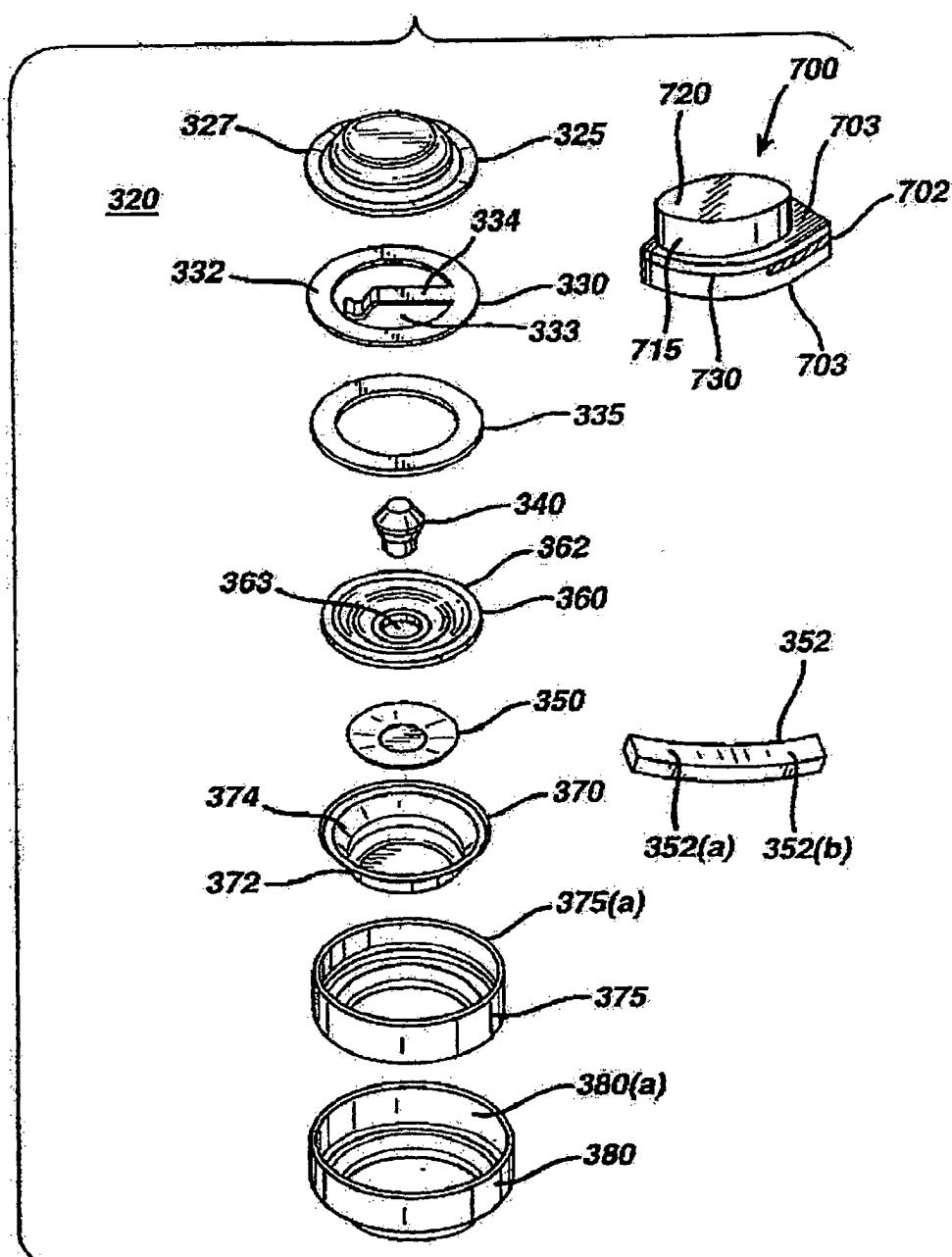


FIG. 8

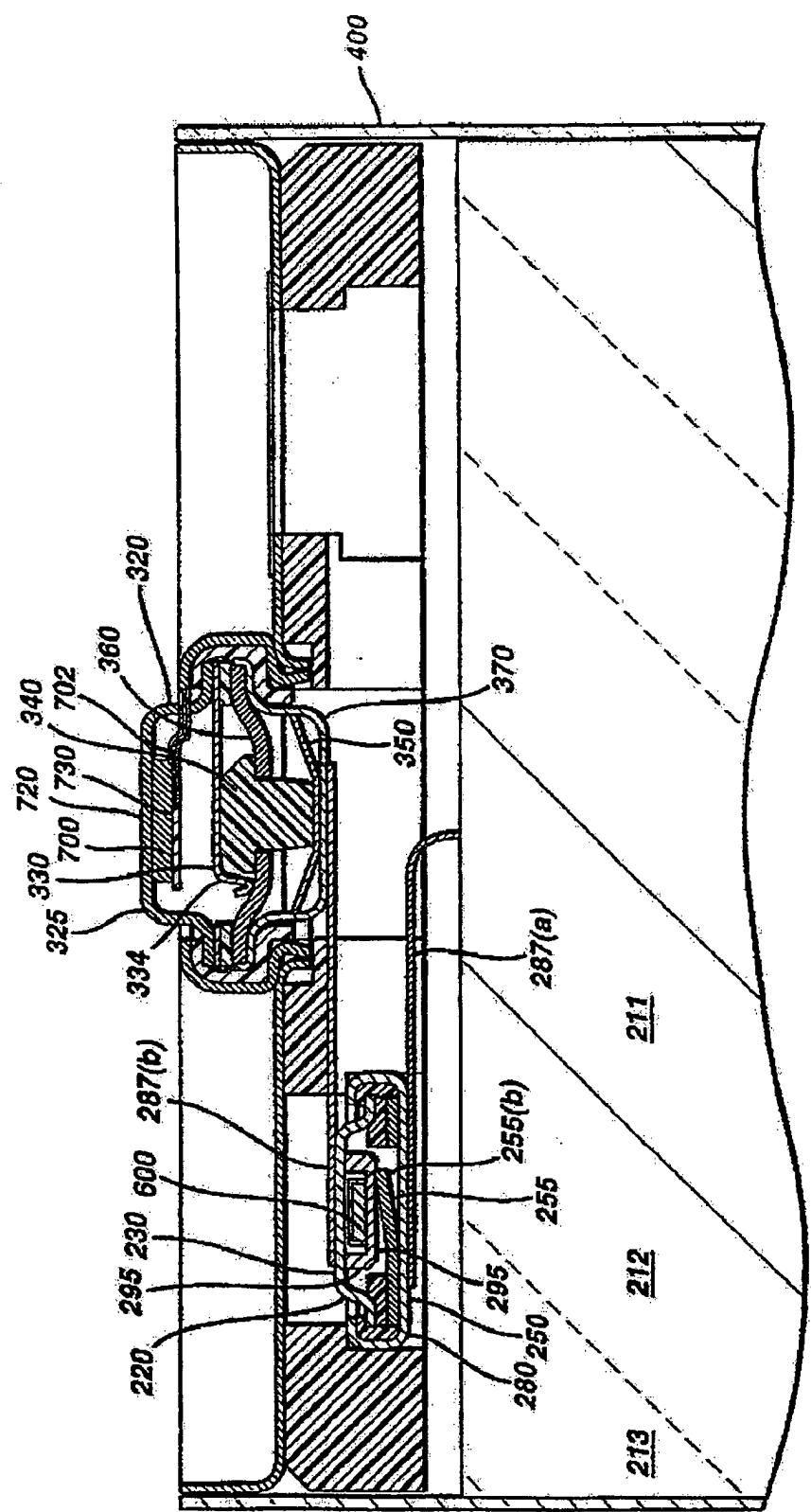


FIG. 9

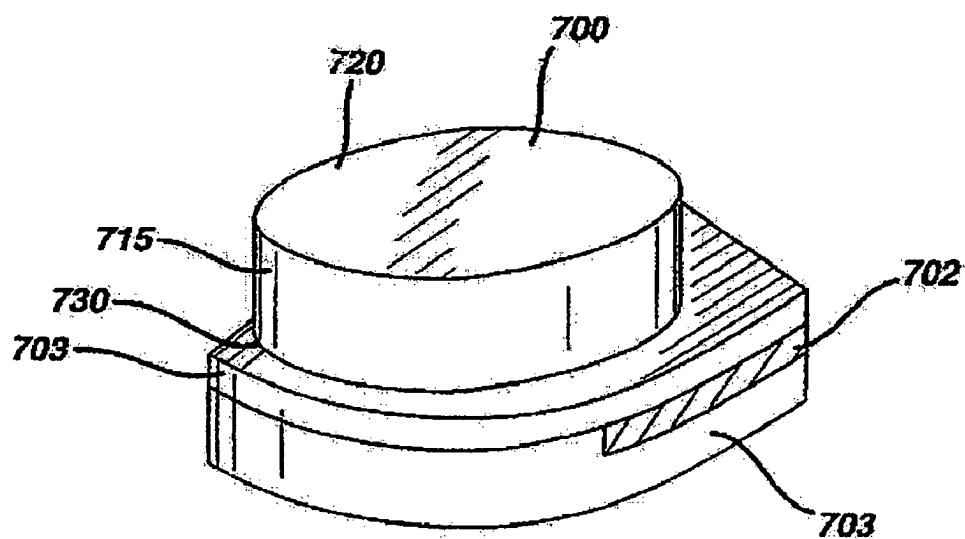


FIG. 10

