



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 33 609 T2** 2006.05.11

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 925 611 B1**

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

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 33 609.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/05928**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 920 291.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/038454**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.04.1997**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **16.10.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.06.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.05.2006**

(30) Unionspriorität:

**15153 P**                      **10.04.1996**                      **US**

**720585**                      **02.10.1996**                      **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

**Duracell Inc., Bethel, Conn., US; Texas Instruments Inc., Dallas, Tex., US**

(72) Erfinder:

**VU, H., Viet, Milford, US; FONTAINE, P., Lucien, Lincoln, US; McHUGH, T., William, Westwood, US; PINAULT, J., Robert, West Warwick, US; BLASI, A., Jane, Acton, US; SULLIVAN, K., Steven, Cranston, US; JOHNSON, S., Stephen, Attleboro, US; PAQUIN, J., Geoffrey, North Attleboro, US; MAUS, K., Gary, South Attleboro, US; CAMBRA, E., Lance, Acushnet, US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(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 eingelegt, 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 einen Stromunterbrecher mit thermischem Ansprechverhalten für eine elektrochemische Zelle, der sicher verhindert, dass Strom durch die Zelle strömt, wenn die Temperatur der Zelle übermäßig ansteigt. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen auf Druck ansprechenden Stromunterbrecher für eine Zelle, der die Zelle sicher bzw. verlässlich abschaltet, wenn sich darin ein übermäßiger Gasdruck aufbaut.

**[0002]** Elektrochemische Zellen, im Besonderen Zellen mit hoher Energiedichte, wie Zellen, bei denen Lithium als aktives Material verwendet wird, unterliegen Undichtigkeiten bzw. Verlusten und Brüchen, wodurch wiederum die durch die Zelle betriebene Vorrichtung oder die äußere Umgebung beschädigt werden können. Im Falle von wiederaufladbaren Zellen kann der Anstieg der inneren Temperatur der Zelle die Folge einer Überladung sein. Unerwünschte Temperaturanstieg werden häufig von einem entsprechenden Anstieg des internen Gasdrucks begleitet. Dies tritt mit gewisser Wahrscheinlichkeit bei einem externen Kurzschluss ein. Es ist wünschenswert, dass die Zelle von Sicherheitsvorrichtungen bzw. Sicherheitsbausteinen begleitet wird, ohne dabei die Kosten, die Größe oder die Masse der Zelle übermäßig zu erhöhen.

**[0003]** Derartige Zellen, im Besonderen Zellen, die Lithium als aktives Material verwenden, unterliegen Verlusten bzw. Undichtigkeiten bzw. Rissen oder Brüchen aufgrund von Anstiegen der inneren Temperatur der Zelle, wobei dieser Zustand häufig von einem entsprechenden Anstieg des Drucks begleitet wird. Wahrscheinlich wird dies durch missbräuchliche Bedingungen bewirkt, wie etwa eine Überladung oder einen Kurzschluss. Ferner ist es wichtig, dass diese Zellen luftdicht verschlossen sind, um das Austreten von Elektrolytlösung sowie das Eintreten von Feuchtigkeit aus der äußeren Umgebung zu verhindern.

**[0004]** Wenn eine derartige Zelle geladen wird, erfolgt eine Selbsterhitzung, wie dies bereits vorstehend im Text beschrieben worden ist. Das Laden mit einer zu hohen Geschwindigkeit oder eine Überladung können zu einem Anstieg der Temperatur führen. Wenn die Temperatur einen bestimmten Punkt überschreitet, der abhängig von der Chemie und dem Aufbau der Zelle variiert, setzt ein unerwünschter und nicht kontrollierbarer thermischer Zerstörungszustand ein. Bedingt durch die Überhitzung baut sich zudem ein innerer Druck auf, und Elektrolyt kann plötzlich aus der Zelle austreten. Bevor dies eintreten kann, wird eine geregelte Entlüftung bevorzugt.

**[0005]** Herkömmliche Zellenbauweisen verwenden eine Endabdeckungseinrichtung, die in ein zylindrisches Gehäuse mit offenem Ende eingeführt wird,

nachdem die Zellenanode und das aktive Kathodenmaterial und ein geeignetes Separatormaterial und Elektrolyt in das zylindrische Gehäuse eingeführt worden sind. Die Endabdeckung befindet sich in elektrischem Kontakt mit dem Anoden- oder Kathodenmaterial, und der frei liegende Abschnitt der Endabdeckung bildet einen der Zellenanschlüsse. Ein Abschnitt des Zellengehäuses bildet den anderen Anschluss. Der Stand der Technik offenbart eine Einrichtung die auf Überdruckzustände anspricht, wobei die Einrichtung in die Zelle und die Endabdeckungseinrichtung integriert ist.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung weist Stromunterbrechungsmechanismen auf, die in eine einzelne Endabdeckungseinheit integriert sind, die in vorteilhafter Weise an primären oder sekundären (wiederaufladbaren) Zellen eingesetzt werden kann, indem zum Beispiel die Endabdeckungseinheit in das offene Ende eines Gehäuses der Zelle eingeführt wird. Die erfindungsgemäße Endabdeckungseinheit eignet sich speziell zur Anwendung bei wiederaufladbaren Zellen, wie zum Beispiel Lithium-Ionen-, Nickel-Metallhydrid-, Nickel-Cadmium- oder anderen wiederaufladbaren Zellen, um die Gefahren einer Überhitzung und eines Druckaufbaus in der Zelle zu verhindern, während diese hohen Temperaturen, einer übermäßigen oder unsachgemäßen Ladung oder einem Kurzschluss ausgesetzt ist.

**[0007]** EP-A-0689255 offenbart eine nichtwässrige sekundäre Zelle, die einen einzelnen, nicht umkehrbaren Schalter umfasst, der dazu dient, die elektrische Verbindung zwischen der Endabdeckung bzw. der Anschlusskappe und der positiven oder negativen Elektrode vollständig zu trennen, wenn die Temperatur der Zelle ansteigt oder der innere Druck der Zelle.

**[0008]** Das U.S. Patent US-A-4,035,552 offenbart eine elektrochemische Zelle, die einen einzelnen thermischen Schalter umfasst, der sowohl auf die innere Zellentemperatur als auch den inneren Zellen- druck anspricht. Der thermische Schalter verformt sich, wobei die elektrische Schaltung der Zelle unterbrochen wird, wenn die Innentemperatur der Zelle oder der Innendruck der Zelle einen vorbestimmten Wert übersteigen.

**[0009]** JP-A-080007866 offenbart eine Batterie mit einem explosionsgeschützten Sicherheitsbaustein, der einen druckempfindliche Platte und ein temperaturempfindliches Widerstandselement umfasst. Die Platte und das Element sind zwischen einem inneren und einem äußeren Anschluss angeordnet.

**[0010]** Vorgesehen ist gemäß der vorliegenden Erfindung eine Endabdeckungseinheit zur Anwendung an einer elektrochemischen Zelle mit einem positiven und einem negativen Anschluss und mit einem Paar

von internen Elektroden (Anode und Kathode), wobei die genannte Endabdeckungseinheit ein Gehäuse und eine Endabdeckungsplatte umfasst, wobei die genannte Platte als ein Zellenanschluss fungiert, wobei die genannte Endabdeckungseinheit einen dort hindurch verlaufenden, elektrisch leitfähigen Pfad aufweist, der eine elektrische Verbindung der Endabdeckungsplatte mit einer Zellenelektrode ermöglicht, wenn die genannte Endabdeckungseinheit der Zelle angebracht wird, wobei die genannte Endabdeckungseinheit ferner folgendes umfasst:

- a) eine Einrichtung mit thermischem Ansprechverhalten, die es verhindern soll, dass Strom durch den genannten elektrischen Pfad fließt, wobei die genannte Einrichtung mit thermischem Ansprechverhalten aktivierbar ist, wenn die Temperatur in der genannten Endabdeckungseinheit einen vorbestimmten Wert erreicht, der eine erste Unterbrechung in dem genannten elektrischen Pfad bewirkt; und
- b) eine auf Druck ansprechende Einrichtung, die es verhindern soll, dass Strom durch den genannten elektrischen Pfad fließt, wobei die genannte auf Druck ansprechende Einrichtung aktivierbar ist, wenn ein auf mindestens einen Abschnitt des genannten elektrischen Pfads ausgeübter Gasdruck einen vorbestimmten Wert erreicht, der eine zweite Unterbrechung in dem Pfad bewirkt, wobei die genannten ersten und zweiten Unterbrechungen an separaten Positionen entlang dem genannten elektrischen Pfad angeordnet sind.

**[0011]** Ferner vorgesehen ist gemäß der vorliegenden Erfindung ferner eine elektrochemische Zelle des Typs, der mit einer Endabdeckungseinheit ausgebildet ist, die in ein zylindrisches Gehäuse mit offenem Ende der Zelle eingeführt wird, wobei die genannte Zelle ferner einen positiven und einen negativen Anschluss aufweist sowie ein Paar von inneren Elektroden (Anode und Kathode), wobei die genannte Endabdeckungseinheit den Definitionen der Ansprüche 1 bis 23 entspricht.

**[0012]** Die Erfindung betrifft eine Endabdeckungseinheit für Zellen, im Besonderen für wiederaufladbare Zellen, wobei in die Endabdeckung zwei Stromunterbrechungsmechanismen integriert sind, von denen einer auf Wärme anspricht und der andere auf Druck. Der auf Wärme ansprechende Stromunterbrechungsmechanismus kann vorzugsweise ein Bimetallelement einsetzen oder ein auf Wärme ansprechendes, schmelzbares Pellet, welches aktiviert wird, um den Stromfluss zu unterbrechen und den Stromfluss durch die Zelle zu verhindern, wenn das Zellinnere überhitzt und eine vorbestimmte Temperatur überschritten wird. Der auf Druck ansprechende Stromunterbrechungsmechanismus wird aktiviert, um den Stromfluss zu unterbrechen, wenn sich der Gasdruck in der Zelle so aufbaut, dass er einen vorbestimmten Wert übersteigt. In diesem Fall kann der

druckbedingte Unterbrechungsmechanismus bewirken, dass sich eine Metallmembran in der Endabdeckungseinheit ablenkt, wodurch die elektrische Verbindung zwischen der Zelle und der Anschlussplatte der Endabdeckung und einer Zellenelektrode getrennt wird, wodurch verhindert wird, dass Strom durch die Zelle fließt. Wenn sich ein extremer Gasdruck aufbaut, bricht auch die Metallmembran, so dass Gas in die inneren Kammern in der Endabdeckungseinheit und durch eine Reihe von Entlüftungslöchern nach außen in die äußere Umgebung strömen kann.

**[0013]** Die Merkmale der vorliegenden Erfindung werden in Bezug auf die Zeichnungen besser verständlich. In den Zeichnungen zeigen:

**[0014]** die [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) vertikale Schnittansichten durch die Linien 1-1 der Endabdeckungseinheit aus [Fig. 6](#);

**[0015]** [Fig. 1](#) den durch Wärme aktivierten Stromunterbrechungsmechanismus und den durch Druck aktivierten Stromunterbrechungsmechanismus in einem über eine Schaltung verbundenen Modus;

**[0016]** [Fig. 2](#) den durch Wärme aktivierten Stromunterbrechungsmechanismus in einem über eine Schaltung unterbrochenen Modus;

**[0017]** [Fig. 3](#) den durch Druck aktivierten Stromunterbrechungsmechanismus in einem durch Druck aktivierten, über eine Schaltung unterbrochenen Modus;

**[0018]** [Fig. 4](#) eine vertikale Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Endabdeckungseinheit mit einem durch Druck aktivierten Stromunterbrechungsmodus und einem durch Wärme aktivierten Stromunterbrechungsmodus, die darin integriert sind, wobei sich ein wärmeempfindliches Element erweicht, um ein elastisches bzw. federndes Element zum Öffnen der Schaltung freizugeben;

**[0019]** [Fig. 5](#) eine auseinander gezogene Perspektivansicht der Komponenten der erfindungsgemäßen Endabdeckungseinheit aus dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#);

**[0020]** [Fig. 6](#) eine Perspektivansicht der Unterseite der Endabdeckungseinheit, wobei die druckbeständige Platte und die dort hindurch vorgesehenen Entlüftungsöffnungen dargestellt sind;

**[0021]** [Fig. 7](#) eine Perspektivansicht der Endabdeckungseinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, die in das offene Ende eines zylindrischen Gehäuses einer Zelle eingeführt wird; und

[0022] **Fig. 8** eine Perspektivansicht einer fertig gestellten Zelle, wobei die Endabdeckungseinheit gemäß der vorliegenden Erfindung in das offene Ende eines zylindrischen Gehäuses einer Zelle eingeführt ist, wobei die Endabdeckungsplatte der genannten Einheit einen Anschluss der Zelle bildet.

[0023] Die erfindungsgemäße Endabdeckungseinheit **10** (**Fig. 1**) kann in Verbindung mit primären oder sekundären (wiederaufladbaren) Zellen eingesetzt werden. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die Endabdeckungseinheit **10** in das offene Ende **95** eines für gewöhnlich zylindrischen Gehäuses **90** für die Zelle eingeführt werden (**Fig. 7**). Die Zelle weist eine positive Elektrode (Kathode bei der Entladung), eine negative Elektrode (Anode bei der Entladung), einen Separator und Elektrolyt auf sowie positive und negative externe Anschlüsse, die sich in elektrischer Übertragungsverbindung mit den entsprechenden positiven und negativen Elektroden befinden.

[0024] In folgendem Bezug auf die Abbildung aus **Fig. 1** der Zeichnungen umfasst die Endabdeckungseinheit **10**, die zur Einführung in das offene Ende eines Zellengehäuses vorgesehen ist, eine durch Wärme aktivierbare Stromunterbrecher-Teilbaugruppe **38** und eine Druckentlastungs-Teilbaugruppe **48**, die in die Zelle integriert sind. Die Teilbaugruppen **38** und **48** sind durch eine gemeinsame Trägerplatte **60** getrennt. Die Teilbaugruppen **38** und **48** werden in einer Abdeckung **30** gehalten, welche die äußere Wand der Endabdeckungseinheit **10** definiert. Die Unterbrecher-Teilbaugruppe **38** ist an ihrem oberen Ende durch eine halbschalenförmige Endabdeckungsplatte **20** definiert und an ihrem unteren Ende durch eine Kontaktplatte **15**, die an die Trägerplatte **60** geschweißt ist. Die kugelschalenförmige Endabdeckungsplatte **20** bildet einen der externen Anschlüsse der Zelle. Die Trägerplatte **60** trennt die Kammer **68** in der thermischen Teilbaugruppe **38** von der Kammer **78** in der Druckentlastungs-Teilbaugruppe **48**. Die Kontaktplatte **15** ist elektrisch mit der Trägerplatte **60** verbunden, die wiederum elektrisch mit einer Elektrode **88** (Anode oder Kathode) der Zelle verbunden ist, wenn die Endabdeckungseinheit **10** an einer Zelle eingesetzt wird. Ein auf Wärme ansprechender Schaltungsunterbrechungsmechanismus (**40**, **50**) ist bereitgestellt, um die Schaltung zwischen der Kontaktplatte **15** und der Endabdeckung **20** fertig zu stellen. Wenn die Temperatur in der Zelle einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, wird der Unterbrechungsmechanismus aktiviert, wobei der elektrische Kontakt zwischen der Endabdeckung **20** und der Kontaktplatte **15** unterbrochen wird, wodurch verhindert wird, dass Strom durch die Zelle fließt.

[0025] Die Druckentlastungs-Teilbaugruppe **48** umfasst eine dünne metallische Membran **70**, die mit einer druckbeständigen Platte **80** verbunden ist, die

wiederum über einen leitfähigen Streifen **87**, der an die Platte **80** geschweißt ist, elektrisch mit einer Zellelektrode **88** verbunden ist. (Die druckbeständige Platte ist elektrisch leitfähig und weist eine ausreichende Dicke auf, so dass sie sich bei erhöhten Druckwerten von mindestens bis zu 600 psi ( $4,14 \times 10^6$  Pascal) nicht wesentlich verformt). Wenn sich der Gasdruck in der Zelle so aufbaut, dass ein vorbestimmter Wert überschritten wird, beult sich die Membran **70** auswärts, so dass der elektrische Kontakt mit der druckbeständigen Platte **80** unterbrochen wird, wodurch verhindert wird, dass Strom zu oder von der Zelle fließt. Die druckbeständige Platte **80** und die Trägerplatte **60** weisen vorzugsweise ferner entsprechende Perforationen **73** und **63** darin auf, welche die Gasentlüftung und den Aufbau von Entlastungsdruck in der Zelle unterstützen.

[0026] In dem in der Abbildung aus **Fig. 1** dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die Endabdeckungseinheit **10** in einer wiederaufladbaren Zelle eingesetzt werden, wie zum Beispiel in einer wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Zelle. (Eine wiederaufladbare Lithium-Ionen-Zelle ist durch die Übertragung von Lithiumionen von der negativen Elektrode zu der positiven Elektrode bei einer Zellenentladung und von der positiven Elektrode zu der negativen Elektrode bei einer Zellenladung gekennzeichnet). Sie weist für gewöhnlich eine positive Elektrode aus Lithium-Kobaltoxid ( $\text{Li}_x\text{CoO}_2$ ) oder Lithium-Manganoxid einer Spinellkristallstruktur ( $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ ) sowie eine negative Kohlenstoffelektrode auf. Die negative Elektrode bildet die Anode der Zelle während der Entladung und die Kathode während dem Laden, und die positive Elektrode bildet die Kathode der Zelle während der Entladung und die Anode während dem Laden. Der Elektrolyt für derartige Zellen kann ein in einer Mischung aus nichtwässrigen Lösemitteln aufgelöstes Lithiumsalz umfassen. Bei dem Salz kann es sich um  $\text{LiPF}_6$  handeln, und bei den Lösemitteln kann es sich um Dimethylcarbonat (DMC), Ethylencarbonat (EC), Propylencarbonat (PC) und Mischungen dieser handeln. Die vorliegende Erfindung ist ebenso anwendbar auf andere wiederaufladbare Zellen, wie zum Beispiel Nickelmetallhybrid-Zellen und Nickelcadmium-Zellen. Die Endabdeckungseinheit **10** umfasst einen Endabdeckungsanschluss **20**, der für gewöhnlich den positiven Anschluss der wiederaufladbaren Zelle darstellt, eine Trägerplatte **60** aus Metall, welche eine Trägerbasis unter der Abdeckungsplatte **20** bildet, und eine Isolatorscheibe **35** zwischen der Endabdeckung **20** und der Trägerplatte **60**. Die Abdeckungseinheit **10** ist in vorteilhafter Weise ferner mit einer Druckentlastungs-membran **70** unterhalb der Trägerplatte **60** versehen, wie dies in der Abbildung aus **Fig. 1** dargestellt ist. Die Membran **70** kann an eine darunter liegende druckbeständige Platte **80** geschweißt werden. Dies kann in praktischer Weise durch Schweißen der Basis **72** der Membran **70** an den erhöhten Abschnitt **82**

der darunter liegenden druckbeständigen Platte **80** ausgeführt werden. Die Membran **70** sollte aus einem elektrisch leitfähigen Material mit einer Mindestdicke im Bereich von etwa 0,1 bis 0,5 Millimetern bestehen, abhängig von dem Druck, bei dem die Membran betätigt werden soll. Die Membran **709** kann vorzugsweise aus Aluminium bestehen. Die Membran **70** ist vorzugsweise gemünzt, so dass sie bei einem vorbestimmten Druck bricht. Das heißt, die Membranoberfläche kann geprägt oder geätzt sein, so dass ein Teil der Oberfläche eine geringere Dicke aufweist als der Rest. Eine bevorzugte Membran **70** zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung ist so gemünzt, dass in ihrer Oberfläche eine halbkreisförmige oder „C“-förmige Rille **70a** bereitgestellt wird. Die Form der Rille entspricht in vorteilhafter Weise der Form eines Hauptabschnitts des peripheren Rands der Membran **70** oder ist dieser sehr ähnlich, und wobei die Rille vorzugsweise in der Nähe des peripheren Rands positioniert ist. Der spezielle Druck, mit dem die Entlüftung erfolgt, ist durch eine Anpassung der Parameter regelbar, wie etwa der Tiefe, der Position oder der Form der Rille sowie der Härte des Materials. Wenn der Druck zu groß wird, bricht bzw. reißt die Membran entlang der Rillenlinie. Die Endabdeckung **20** und die Trägerplatte **60** definieren dazwischen eine Kammer **68**, in der eine durch Wärme aktivierte Stromunterbrecher-Teilbaugruppe **38** angeordnet ist. Die Isolatorscheibe **35** wird aus einem peripheren Basisabschnitt **35a** und einem sich von dort erstreckenden, nach unten geneigten Arm **35b** gebildet. Der Arm **35b** erstreckt sich in die Kammer **68**. Die Membran **70** ist so gestaltet, dass sie bricht bzw. reißt, wenn der sich in der Zelle aufgebaute Gasdruck einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht. Der Bereich zwischen der Trägerplatte **60** und der Membran **70** bildet eine Kammer **78**, in welche der Gasaufbau in der Zelle beim Bruch der Membran **70** entweichen kann.

[0027] Die Stromunterbrecher-Teilbaugruppe **38** umfasst eine auf Wärme ansprechende Bimetallscheibe **40**, wobei sich eine metallische Kontaktplatte **15** in elektrischem Kontakt mit einem elastischen, federähnlichen Element **50** befindet. Wie dies in den Abbildungen der [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) dargestellt ist, kann das elastische Element **50** aus einem einzelnen flexiblen Element mit einem äußeren, kreisförmigen Randabschnitt **50a** gebildet werden, von dem sich ein Scheibenrückhaltestreifenabschnitt **50c** radial einwärts erstreckt, um die Bimetallscheibe **40** bei jeder Ausrichtung der Zelle allgemein frei an der Verwendungsposition zu halten, ohne dabei die einschnappende Bewegung einzuschränken. Dieses Element kann an einer Stelle des äußeren Abschnitts **50a** an die Endabdeckungsplatte **20** geschweißt werden, wobei sich der zentrale Kontaktabschnitt **50b** in Kontakt mit der Platte **15** befindet. Darüber hinaus kann der Kontaktabschnitt **50b** mit einer reduzierten Querschnittsfläche gestaltet werden, so dass er als eine disintegrierte Sicherungsverbindung fungiert, um ei-

nen Schutz gegen Stromstöße vorzusehen. Die Bimetallscheibe **40** ist so positioniert, dass sie frei mit den geneigten Armen **35b** der Isolatorscheibe **35** eingreift, wobei die Arme als ein Scheibensitz für die Scheibe **40** fungieren. Die Bimetallscheibe **40** weist vorzugsweise ferner eine zentrale Öffnung zur Aufnahme eines erhöhten Kontaktabschnitts der metallischen Kontaktplatte **15** auf. Die Kontaktplatte **15** wird vorzugsweise an die Trägerplatte **60** geschweißt und sieht eine Oberfläche vor, an der das elastische Element **50** ruhen kann, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 1](#) dargestellt ist. Es gibt eine elektrisch isolierende Tülle **25**, die sich über den peripheren Rand der Endabdeckung **20** und entlang des unteren peripheren Rands der Membran **70** erstreckt. Die Tülle **25** stößt ferner an die äußere Kante bzw. den äußeren Rand der Teilbaugruppe **38** an, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 1](#) dargestellt ist. Vorgesehen sein kann ein Ring aus Metall **55**, der über die Oberkante der Tülle **25** gecrimpt ist und gegen die Membran **70** gedrückt wird, um die inneren Bauteile bzw. Komponenten der Endabdeckungseinheit dicht zu verschließen. Die Tülle **25** dient ferner zur elektrischen Isolierung der Endabdeckung **20** in Bezug auf den Crimp-Ring **55** und bildet ferner eine Dichtung zwischen der Trägerplatte **60** und dem Crimp-Ring **55**. Die Abdeckung **30** der Endabdeckungseinheit **10** kann ferner aus einem kegelstumpfförmigen zylindrischen Element gebildet werden, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 5](#) am besten dargestellt ist. In einer fertig gestellten Zelleinheit ([Fig. 8](#)) gelangt die äußere Oberfläche der Abdeckung **30** in Kontakt mit der inneren Oberfläche des Zellengehäuses **90**. Die Trägerplatte **60** stellt eine Basis für die Komponenten der Teilbaugruppe **38** bereit, an der diese ruhen können, und vorzugsweise weist sie eine Bogenform auf, um die aktive radiale Kompressionskraft auf die innere Oberfläche der Tülle **25** aufrecht zu erhalten. Die Trägerplatte **60** kann mit Perforationen **63** in ihrer Oberfläche versehen sein, so dass Gas in die obere Kammer **68** entweichen kann, wenn die Membran **70** bricht. Gas, das in die obere Kammer **68** eindringt, tritt durch primäre Entlüftungslöcher **67** in der Endabdeckung **20** in die äußere Umgebung aus. Die Abdeckung **30** der Endabdeckungseinheit befindet sich in Kontakt mit dem Zellengehäuse **90**, das sich in elektrischem Kontakt mit dem entgegengesetzten Anschluss befindet, für gewöhnlich dem negativen Anschluss im Falle einer wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Zelle. Die Tülle **25** sieht somit eine elektrische Isolierung zwischen der Endabdeckung **20** und der Außenwand **30** vor, das heißt, zwischen den beiden Anschlüssen der Zelle, wodurch ein Kurzschluss der Zelle verhindert wird. Es kann ein zusätzlicher Isolatorring, nämlich ein Isolator-Abstandsring **42** zwischen dem oberen Abschnitt der Außenwand **30** und der Druckplatte **80** vorgesehen sein, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 1](#) dargestellt ist, um ferner sicherzustellen, dass kein Kurzschluss zwischen den positiven und den negativen Anschlüssen der Zelle auftritt.



**[0028]** Die Membran **70** ist vorzugsweise schalenförmig und umfasst Aluminium mit einer Dicke, die vorzugsweise zwischen etwa 3 und 10 Milliinch (0,075 bis 0,25 m) liegt. Bei einer derartigen Dicke bricht die Schweißverbindung zwischen der Membranbasis **72** und der Trägerplatte **80**, und die Membranbasis **72** beult sich und löst sich von der Trägerplatte **80** (**Fig. 3**), wenn der innere Gasdruck in der Zelle auf einen Schwellenwert von mindestens zwischen etwa 100 psi und 200 psi ( $6,894 \times 10^5$  bis  $13,89 \times 10^5$  Pascal) ansteigt. (Ein derartiger Druckaufbau kann zum Beispiel auftreten, wenn die Zelle mit einer höheren als der empfohlenen Spannung geladen wird oder wenn die Zelle kurzgeschlossen oder missbräuchlich eingesetzt wird.) Allerdings kann die Dicke der Membranbasis **72** bequem so angepasst werden, dass sich die Membran auch bei anderen Druckwerten beult. Die Trennung der Membranbasis **72** von der Platte **80** unterbricht jeglichen elektrischen Kontakt zwischen der Membran **70** und der Platte **80**. Diese Trennung unterbricht ferner den elektrischen Pfad zwischen der Endabdeckung **20** und der Zellelektrode **88**, die sich in Kontakt mit der Platte **80** befindet, so dass kein Strom mehr zu oder von der Zelle strömen kann, wobei die Zelle dadurch wirksam abgeschaltet wird. Wenn der Druck in der Zelle aus anderen Gründen ansteigt, auch nachdem der Strompfad unterbrochen worden ist, wie zum Beispiel bei der Erwärmung in einem Ofen, bricht die Entlüftungsmembran **70** ebenfalls vorzugsweise auf einem Schwellendruck von mindestens zwischen etwa 250 bis 400 psi ( $17,2 \times 10^5$  und  $27,6 \times 10^5$  Pascal), um eine Zellenexplosion zu verhindern. Unter derartigen extremen Bedingungen ermöglicht es das Brechen der Entlüftungsmembran **70**, dass Gas aus dem Zelleninnenraum durch Entlüftungslöcher **73** (**Fig. 1** und **Fig. 6**) in der druckbeständigen Platte **80** entweicht, woraufhin das Gas in die untere Kammer **78** (**Fig. 1**) eintritt. Das Gas verläuft danach aus der unteren Kammer **78** durch Entlüftungslöcher **63** in der Trägerplatte **60** (**Fig. 1**) in die obere Kammer **68**, und sofern erforderlich, durch Entlüftungslöcher (nicht abgebildet) in der Isolatorscheibe **35**. Das Gas, das sich in der oberen Kammer **68** angesammelt hat, entweicht durch primäre Entlüftungslöcher **67** in der Endabdeckungsplatte **20** in die äußere Umgebung.

**[0029]** Die Stromunterbrechungsmerkmale der vorliegenden Erfindung können in Bezug auf die Abbildungen der **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben werden. Hiermit wird festgestellt, dass in dem darin dargestellten bestimmten Ausführungsbeispiel eine der Zellelektroden über den Streifen **87** in Kontakt mit der Platte **80** gelangt, wenn die Endabdeckungseinheit **10** einer Zelle zugeführt wird. Bei einem normalen Zellenbetrieb, ist die Platte **80** wiederum mit der Endabdeckungsplatte **20** elektrisch verbunden. In einer Lithium-Ionen-Zelle kann es sich bei der Elektrode **88**, die sich in Kontakt mit der Platte **80** befindet,

praktischer Weise um die positive Elektrode handeln. Diese Elektrode ist von dem Zellengehäuse **90** isoliert. Das Ausführungsbeispiel aus **Fig. 1** zeigt die Konfiguration der Endabdeckungseinheit bevor der Strom entweder durch die Aktivierung der thermischen Stromunterbrechungs-Bimetallscheibe **40** oder durch die Aktivierung der Druckentlastungsmembran **70** unterbrochen wird. In dem in der Abbildung aus **Fig. 1** veranschaulichten besonderen Ausführungsbeispiel befindet sich die Platte **80** in elektrischem Kontakt mit der Membran **70**, und die Membran **70** befindet sich in elektrischem Kontakt mit der Trägerplatte **60**. Die Trägerplatte **60** befindet sich in elektrischem Kontakt mit der Kontaktplatte **15**, die sich in elektrischem Kontakt mit dem elastischen Element **50** befindet, das sich wiederum in elektrischem Kontakt mit der Endabdeckung **20** befindet. Bei der Konstruktion der integrierten Endabdeckung gemäß der vorliegenden Erfindung aus der Abbildung aus **Fig. 1** kann der elektrische Kontakt zwischen der Elektrode **88**, die sich in Kontakt mit der Druckplatte **80** befindet, und der Endabdeckung **20** auf zweierlei Wege unterbrochen werden. Wenn sich der Druck in der Zelle bis auf einen vorbestimmten Schwellenwert aufbaut, wie dies vorstehend im Text beschrieben worden ist, wird der Kontakt zwischen der Membran **70** und der Druckplatte **80** unterbrochen, wenn sich die Membran **72** von der Druckplatte **80** nach außen beult. Diese Unterbrechung der Schaltung verhindert es, dass Strom zu oder von der Zelle fließt. Wenn die Zelle alternativ überhitzt, wird die Bimetallscheibe **40** der thermischen Unterbrechungseinheit **38** aktiviert, und dabei wird sie von dem Isolator **35b** nach oben gedrückt, wodurch bewirkt wird, dass sich das elastische Element **50** von der Kontaktplatte **15** löst. Dies wiederum trennt den elektrischen Pfad zwischen dem Elektrodenstreifen **87** und der Endabdeckung **20**, wodurch verhindert wird, dass Strom zu oder von der Zelle fließt. Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es, dass diese beiden Unterbrechungsmechanismen in einer einzigen Endabdeckungseinheit **10** integriert sind, die als eine Einheit in das offene Ende eines Zellengehäuses eingeführt werden kann.

**[0030]** Die Bimetallscheibe **40** ist vorzugsweise nicht physisch an der darunter liegenden Isolatorscheibe **35** angebracht, vielmehr kann sie sich frei bewegen, das heißt, sie ruht in einem frei schwebenden Zustand auf dem Scheibenarm **35b**, wie dies in der Abbildung aus **Fig. 1** dargestellt ist. Bei einer derartigen Konstruktion tritt zu keiner Zeit Strom durch die Bimetallscheibe **40**, unabhängig davon, ob die Zelle geladen oder entladen wird. Der Grund dafür ist es, dass sich die Scheibe **40**, wenn sie deaktiviert ist, nicht in elektrischem Kontakt mit der Kontaktplatte **15** befindet. Sollte sich die Zelle jedoch über eine vorbestimmte Schwellentemperatur erhitzen, so ist die Bimetallscheibe **40** mit der entsprechenden Kalibrierung gestaltet, so dass sie eine vorbestimmte Kuppelform aufweist, die eine Betätigung der Scheibe er-

möglich, wenn eine vorbestimmte Schwellentemperatur erreicht wird. Die frei schwebende Konstruktion der Bimetallscheibe **40** an dem Isolatorscheibenarm **35b** gemäß der vorstehenden Beschreibung lässt es zu keiner Zeit zu, dass Strom durch dort hindurch verläuft, unabhängig davon, ob sich die Zelle im laden- oder entladenden Zustand befindet. Dies gestaltet die Kalibrierung der Scheibe **40** einfacher und präziser, da durch den Stromfluss durch die Bimetallscheibe **40** ( $I^2R$  Erhitzung) kein Heizeffekt bewirkt wird. Die Bimetallscheibe **40** kann in praktischer Weise zwei Schichten unterschiedlicher Metalle umfassen, mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten. Die obere Schicht der Bimetallscheibe **40** (die am nächsten an der Endabdeckung **20** angeordnete Schicht) kann aus einem Metall mit hoher Wärmeausdehnung bestehen, vorzugsweise einer Nickel-Chrom-Eisen-Legierung, und die darunter liegende oder untere Schicht kann aus einem Metall mit geringer Wärmeausdehnung bestehen, vorzugsweise einer Nickel-Eisen-Legierung. In einem derartigen Ausführungsbeispiel kann die Scheibe **40** aktiviert werden, wenn die Temperatur auf einen Wert von mindestens etwa 60 bis 75°C ansteigt, was eine ausreichende Verformung der Scheibe **40** bewirkt, um das elastische Element **50** aus dem Kontakt mit der Kontaktplatte **15** zu verformen. Ferner möglich ist die Auswahl der Schichten aus Metall mit hoher und niedriger thermischer Ausdehnung, so dass sich die Scheibe **40** nicht zurücksetzt, außer bei einer Temperatur von unter -20°C, was die Vorrichtung für die meisten Anwendungen zu einer thermostatischen Vorrichtung mit Einzelbetätigung macht.

**[0031]** Die bevorzugten Materialien für die vorstehend beschriebenen Komponenten werden wie folgt beschrieben: Die Endabdeckung **20** besteht vorzugsweise aus Edelstahl oder vernickeltem Stahl mit einer Dicke zwischen etwa 8 und 15 Milliinch (0,2 bis 0,375 mm), um eine ausreichende Unterstützung, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit vorzusehen. Die Außenwand **30** der Endabdeckungseinheit **10** besteht ebenfalls vorzugsweise aus Edelstahl oder vernickeltem Stahl mit einer Dicke zwischen etwa 8 und 15 Milliinch (0,2 bis 0,375 mm). Die Druckplatte **80** besteht vorzugsweise aus Aluminium mit einer Dicke zwischen etwa 10 und 20 Milliinch (0,25 bis 0,5 mm), wobei die Dicke in der Mitte auf zwischen etwa 2 und 5 Milliinch (0,05 bis 0,125 mm) an der Stelle des Schweißkontakts mit der Membranbasis **72** reduziert werden kann. Der Isolatorabstandsring **42** kann aus einem thermoplastischen Material mit hoher Temperatur wie etwa Hochtemperatur-Polyester bestehen, das Festigkeit und Haltbarkeit vorsieht, wobei das Material unter der Handelsbezeichnung VALOX von der General Electric Plastics Company erhältlich ist. Der Crimp-Ring **55** besteht vorzugsweise aus Edelstahl oder vernickeltem Stahl mit einer Dicke zwischen etwa 8 und 15 Milliinch (0,2 bis 0,375 mm) für Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Die Memb-

ran **70** besteht vorzugsweise aus Aluminium mit einer Dicke zwischen etwa 3 und 10 Milliinch (0,075 und 0,25 mm). Bei einer derartigen Dicke bricht die Membran von ihrer Schweißstelle mit der Druckplatte **80**, wenn der interne Gasdruck einen Schwellendruck von zwischen etwa 100 und 250 psi ( $6,89 \times 10^5$  bis  $17,2 \times 10^5$  Pascal) überschreitet. Sollte der innere Gasdruck einen Druck zwischen etwa 250 bis 400 psi ( $17,2 \times 10^5$  bis  $27,6 \times 10^5$  Pascal) überschreiten, bricht die Membran **70**, so dass eine zusätzliche Entlastung des Aufbaus des Gasdrucks vorgesehen wird. Die Isolatorscheibe **35**, an welcher die Bimetallscheibe **40** ruht, besteht vorzugsweise aus einem Material mit hoher Kompressionsfestigkeit und hoher thermischer Stabilität sowie geringer Formschrumpfung. Ein geeignetes Material für die Scheibe **35** ist ein Flüssigkristallpolymer oder dergleichen mit einer Dicke zwischen etwa 10 und 30 Milliinch (0,25 bis 0,75 mm), das unter der Handelsbezeichnung VECTRA von der Celanese Co. erhältlich ist. Die Trägerplatte **60** besteht vorzugsweise aus Edelstahl oder vernickeltem Stahl, um eine ausreichende Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit bei einer Dicke zwischen etwa 10 und 30 Milliinch (0,25 bis 0,75 mm) vorzusehen. Das elastische bzw. federnde Element **50** wird in vorteilhafter Weise aus Kupfer-Beryllium, einer Nickel-Kupfer-Legierung, Edelstahl oder dergleichen gebildet, mit einer guten Federwirkung und ausgezeichneten elektrischer Leitfähigkeit. Eine geeignete Dicke für das aus Kupfer-Beryllium oder Nickel-Kupfer-Legierung gebildete elastische Element **50** liegt zwischen etwa 3 und 8 Milliinch (0,075 bis 0,2 mm), um eine ausreichende Festigkeit und Stromfuhreigenschaften vorzusehen. Dieses Material kann mit Silber oder Gold an dem Kontaktbereich plattiert oder eingelegt sein, um eine niedrigere elektrische Widerstandsfähigkeit in diesem Bereich vorzusehen. Die Kontaktplatte **15** wird vorzugsweise aus kaltgewalztem Stahl gebildet, der mit einem Edelmetall plattiert ist, wie etwa Gold oder Silber, um den Kontaktwiderstand zu senken und die Zuverlässigkeit zu verbessern. Ferner kann sie aus einer Nickel-Kupfer-Plattierungslegierung, aus Edelstahl oder vernickeltem Stahl gebildet werden. Die Tülle **25** besteht für gewöhnlich aus einem polymeren Material wie etwa Nylon oder Polypropylen. Die Dichtung um die Komponenten der Endabdeckungseinheit kann luftdicht verschlossen sein, so dass verhindert wird, dass Elektrolyt, sowohl in Form von Flüssigkeit als auch von Dampf, in die Endabdeckungskammern eindringen oder aus der Zelle austreten.

**[0032]** Nach der Fertigstellung der Endabdeckungseinheit **10** kann diese in das offene Ende **95** des zylindrischen Zellengehäuses **90** eingeführt werden, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 7](#) dargestellt ist. Der umfängliche Rand des Zellengehäuses **90** an dessen offenen Ende ist an die Außenwand der Abdeckung **30** der Endabdeckungseinheit **10** geschweißt, um einen luftdichten Verschluss zwischen

der Endabdeckungseinheit **10** und dem Zellengehäuse **90** vorzusehen. Der radiale Druck der umfänglichen Wand des Crimp-Rings **55** auf die Tülle **25** und die Membran **70** erzeugt einen luftdichten Verschluss um die inneren Komponenten der Endabdeckungseinheit **10**.

**[0033]** In der Abbildung aus [Fig. 4](#) ist als die Endabdeckungseinheit **110** ein alternatives Ausführungsbeispiel der Endabdeckungskonstruktion dargestellt, mit einem Druckentlastungsmechanismus und einem thermisch aktivierten Stromunterbrechungsmechanismus, die darin integriert sind. Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 4](#) entspricht dem vorstehend in Bezug auf die Abbildungen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschriebenen Ausführungsbeispiel, mit der Ausnahme, dass zur Aktivierung des federartigen Mechanismus keine Bimetallscheibe eingesetzt wird. Stattdessen ist ein thermisches Pellet **175** vorgesehen, um das elastische, federartige Element **150** in elektrischem Kontakt mit der Kontaktplatte **115** zu halten. Die Kontaktplatte **115** befindet sich wiederum in elektrischem Kontakt mit der Endabdeckungsplatte **20**. Das elastische Element **150** kann einen elongierten Metallarm **150a** umfassen, der an ein Ende der Trägerplatte **60** geschweißt ist. Die Trägerplatte **60** befindet sich in elektrischem Kontakt mit der Membran **70**, die wiederum an den erhöhten Abschnitt **82** der darunter liegenden, druckbeständigen Platte **80** geschweißt ist. Ein Elektrodenstreifen **87** befindet sich in elektrischem Kontakt mit der Platte **80**. Das elastische Element **150** endet vorzugsweise an dessen entgegengesetzten Ende in einem schalenförmigen oder konvexen Abschnitt **150b**, der die Kontaktplatte **115** berührt. Vorgesehen ist eine elektrische Isolatorscheibe **120** über dem peripheren Rand **60a** der Trägerplatte **60**, um den direkten Kontakt zwischen der Trägerplatte **60** und der Kontaktplatte **115** zu verhindern. Somit existiert ein elektrischer Kontakt zwischen der Trägerplatte **60** und der Endabdeckung **20**, so lange das elastische Element **150** an die Kontaktplatte **115** gedrückt gehalten wird. Die Trägerplatte **60** befindet sich wiederum in elektrischem Kontakt mit der Aluminiummembran **70**, die sich über den Streifen **87** in Kontakt mit der Platte **80** und einer Zellenelektrode **88** befindet, wenn die Endabdeckungseinheit **110** einer Zelle zugeführt wird. (Die Endabdeckungseinheit **110** kann einer Zelle zugeführt werden, indem sie in das offene Ende eines zylindrischen Gehäuses **90** auf die gleiche Art und Weise eingeführt wird, wie dies vorstehend in Bezug auf das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#) beschrieben worden ist). Wenn das elastische Element **150** somit durch das thermische Pellet **175** an die Kontaktplatte **115** gedrückt gehalten wird, existiert somit ein elektrischer Kontakt zwischen der Zellenelektrode **88** (durch den Streifen **87**) und der Endabdeckungsplatte **20**, wobei ein normaler Zellenbetrieb ermöglicht wird. Wenn sich die Zelle über eine vorbestimmte Schwellentemperatur erhitzt, schmilzt das Pellet **175**,

wodurch die Stützfunktion für das elastische Element **150** entfernt wird. Das Schmelzen des Pellets **175** bewirkt, dass das elastische Element **150** nach unten schnappt und den elektrischen Kontakt mit der Kontaktplatte **115** unterbricht. Dies wiederum unterbricht den elektrischen Pfad zwischen dem Elektrodenstreifen **87** und der Endabdeckung **20**, wodurch verhindert wird, dass Strom zu oder von der Zelle fließt. Wenn der innere Gasdruck in der Zelle einen vorbestimmten Wert überschreitet, bricht die Membran **70**, wodurch der elektrische Kontakt zwischen der Platte **80** und der Membran **70** unterbrochen wird, und wobei dies ferner das Entweichen von Gas durch die entsprechenden Entlüftungslöcher **63** und **67** in der Trägerplatte **60** und der Endabdeckung **20** in die äußere Umgebung ermöglicht.

**[0034]** Die bevorzugten Materialien für die Endabdeckung **20**, die Trägerplatte **60**, die Kontaktplatte **115** und die Aluminiummembran **70**, auf die in diesem Ausführungsbeispiel verwiesen wird, das in der Abbildung aus [Fig. 4](#) dargestellt ist, können denen entsprechen, die für die entsprechenden Elemente mit den gleichen Bezugsziffern in Bezug auf die Abbildungen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschrieben worden sind. Die Kontaktplatte **115** wird vorzugsweise aus Edelstahl oder vernickeltem, kaltgewalztem Stahl, plattiert mit Silber oder Gold, hergestellt, um den Kontaktwiderstand zu reduzieren. Die Isolatorscheibe **120** aus [Fig. 4](#) besteht vorzugsweise aus einem Hochtemperatur-Thermoplast mit ausgezeichneten dielektrischen Eigenschaften. Ein bevorzugtes Material für die Scheibe **120** kann ein Polyimid sein, das unter der Handelsbezeichnung KAPTON von der E. I. DuPont Co. erhältlich ist, oder ein Hochtemperaturpolyester, der unter der Handelsbezeichnung VALOX von der General Electric Plastics Co. erhältlich ist. Das elastische Element **150** kann in vorteilhafter Weise aus einer Kupfer-Beryllium-Legierung mit einer Dicke zwischen etwa 5 und 10 Milliinch (0,125 bis 0,25 mm) bestehen, um eine gute Leitfähigkeit in Kontakt mit der Platte **115** und eine zuverlässige Federwirkung vorzusehen, wenn der dagegen wirkende Druck des Pellets **175** entfernt wird. Zusätzlich kann der elastische Arm **150** mit Silber oder Gold plattiert werden, um dessen Leitfähigkeit zu erhöhen. Das thermische Pellet **175** wird in vorteilhafter Weise aus einem Polymer mit einem verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunkt hergestellt, wie zum Beispiel zwischen etwa 65°C und 100°C, das gleichzeitig eine ausgezeichnete Kompressionsfestigkeit aufweist, um den elastischen Arm **150** bei normalem Zellenbetrieb an der Verwendungsposition zu halten. Ein geeignetes Material für das thermische Pellet **175** mit diesen Eigenschaften ist ein Polyethylenwachs, das unter der Handelsbezeichnung POLYWAX von der Petrolyte Co. erhältlich ist. Ein thermisches Pellet **175** aus einem derartigen Polyethylenwachs schmilzt innerhalb eines bevorzugten Temperaturbereichs zwischen etwa 75°C und 80°C.



[0035] Die Abbildung aus [Fig. 5](#) zeigt eine auseinander gezogene Ansicht der Endabdeckungseinheit **10** aus [Fig. 1](#). Die Endabdeckungseinheit **10** kann durch den Zusammenbau der in der Abbildung aus [Fig. 5](#) dargestellten Komponenten in der folgenden Reihenfolge hergestellt werden: Eine Vormontage der Komponenten **20**, **50**, **40**, **35**, **15**, **60**, **70**, **25** und **55** wird vorgenommen. Diese wird für gewöhnlich dadurch erreicht, dass zuerst die Kunststofftülle **25** in den Crimp-Ring **55** eingeführt wird, wobei danach die Entlüftungsmembran **70** in die Tülle **25** eingeführt wird, und wobei daraufhin die Trägerplatte **60** mit der daran geschweißten Kontaktplatte **15** in die Entlüftungsmembran **70** eingeführt wird. Danach wird die Isolatorscheibe **35** um die Kontaktplatte **15** platziert, und die Bimetallscheibe **40** wird so platziert, dass sie an einem nach unten geneigten Arm **35b** der Isolatorscheibe **35** ruht. Die Bimetallscheibe **40** ist nicht mit der Isolatorscheibe **35** verbunden, sondern ruht an dieser in einem frei schwebenden Zustand, wobei die Isolatorscheibe dabei hilft, als eine Positionierungseinrichtung für die Bimetallscheibe zu fungieren. Die obere Oberfläche des äußeren Endes des elastischen, federartigen Elements **50** ist an die umfängliche Kante der Endabdeckung **20** geschweißt. Die Endabdeckung **20** mit dem daran geschweißten elastischen Element **50** wird danach über der Isolatorscheibe **35** platziert, so dass der erhöhte zentrale Abschnitt der Kontaktplatte **15** das innere Ende des elastischen Elements **50** berührt, und wobei die untere Oberfläche des äußeren Endes des elastischen Elements **50** den umfänglichen Rand der Isolatorscheibe **35** berührt. Somit ist das äußere Ende des elastischen Elements **50** zwischen die Endabdeckung **20** und die Isolatorscheibe **35** verkeilt, und das entgegengesetzte oder innere Ende **50** befindet sich in Kontakt mit der Kontaktplatte **15**. Danach wird der Ring **55** mechanisch über den oberen Rand der Tülle **25** gecrimpt, um das obere Ende der Tülle **25** fest gegen den umfänglichen Rand der Endabdeckung **20** gedrückt zu halten. Dieses Crimpen wird dadurch erreicht, dass entlang der Schwerlinie (vertikale Achse) des Rings **55** eine mechanische Kraft ausgeübt wird. In einem zweiten mechanischen Crimp-Schritt wird danach mechanisch Druck auf die Wände des Crimp-Rings **55** ausgeübt, womit der Zusammenbau der Vormontage abgeschlossen ist. Das radiale Crimpen bzw. Umfalzen dient dazu, die internen Komponenten der Vormontageeinheit eng aneinander und luftdicht verschlossen in dem Ring **55** zu halten. Die Vormontageeinheit wird danach so in die metallische Abdeckung **30** eingeführt, dass die untere Oberfläche des Crimp-Rings **55** an der unteren Innenkante der Abdeckung **30** ruht. Danach wird die untere Oberfläche des Crimp-Rings **55** an die untere innere Oberfläche der Abdeckung **30** geschweißt. Danach wird die Druckplatte **80** in die Unterseite des Isolator-Abstandsringes **42** eingeschnappt, und der Abstandsring **42** mit der daran angebrachten Druckplatte **80** wird danach an der äußeren unteren Ober-

fläche der Abdeckung **30** platziert, so dass der erhöhte zentrale Abschnitt der Druckplatte **80** die Entlüftungsmembran **70** berührt. Dieser Berührungspunkt zwischen der Druckplatte **80** und der Membran **70** wird danach punktgeschweißt, womit die Konstruktion der Endabdeckungseinheit **10** abgeschlossen ist. Die Endabdeckungseinheit **10** kann zum Beispiel dadurch einer Zelle zugeführt werden, dass sie in das offene Ende des zylindrischen Gehäuses **90** einer Zelle eingeführt wird, wie dies in der Abbildung aus [Fig. 7](#) dargestellt ist, und wobei die äußere Oberfläche der Abdeckung **30** an die innere Oberfläche des zylindrischen Gehäuses **90** an dessen offenen Ende **95** geschweißt wird. Dies führt zu der in der Abbildung aus [Fig. 8](#) dargestellten Zelle **100**, wobei die Endabdeckungseinheit **10** in dem zylindrischen Gehäuse **90** dicht verschlossen ist, und wobei die Endabdeckungsplatte **20** einen Anschluss der Zelle bildet.

### Patentansprüche

1. Endabdeckungseinheit (**10**) zur Anwendung an einer elektrochemischen Zelle mit einem positiven und einem negativen Anschluss und mit einem Paar von internen Elektroden (Anode und Kathode), wobei die genannte Endabdeckungseinheit (**10**) ein Gehäuse (**30**) und eine Endabdeckungsplatte (**20**) umfasst, wobei die genannte Platte als ein Zellenanschluss fungiert, wobei die genannte Endabdeckungseinheit einen dort hindurch verlaufenden, elektrisch leitfähigen Pfad aufweist, der eine elektrische Verbindung der Endabdeckungsplatte (**20**) mit einer Zellenelektrode ermöglicht, wenn die genannte Endabdeckungseinheit der Zelle angebracht wird, wobei die genannte Endabdeckungseinheit ferner folgendes umfasst:

a) eine Einrichtung (**40**, **50**) mit thermischem Ansprechverhalten, die es verhindern soll, dass Strom durch den genannten elektrischen Pfad fließt, wobei die genannte Einrichtung mit thermischem Ansprechverhalten aktivierbar ist, wenn die Temperatur in der genannten Endabdeckungseinheit einen vorbestimmten Wert erreicht, der eine erste Unterbrechung in dem genannten elektrischen Pfad bewirkt; und  
b) eine auf Druck ansprechende Einrichtung (**70**), die es verhindern soll, dass Strom durch den genannten elektrischen Pfad fließt, wobei die genannte auf Druck ansprechende Einrichtung aktivierbar ist, wenn ein auf mindestens einen Abschnitt des genannten elektrischen Pfads ausgeübter Gasdruck einen vorbestimmten Wert erreicht, der eine zweite Unterbrechung in dem Pfad bewirkt, wobei die genannten ersten und zweiten Unterbrechungen an separaten Positionen entlang dem genannten elektrischen Pfad angeordnet sind.

2. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 1, die an einer elektrochemischen Zelle angebracht worden ist, und zwar durch Einführen der Einheit in das offe-

ne Ende (95) einer Einfassung (90) der genannten Zelle und Schweißen der Endabdeckungseinheit (10) an die Einfassung.

3. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 1, wobei die genannte Einrichtung mit thermischem Ansprechverhalten ein Bimetallelement (40) und ein elastisches, elektrisch leitfähiges Element (50) umfasst, wobei das elastische Element einen Abschnitt des genannten elektrischen Pfads bildet, wobei sich das Bimetallelement verformt, wenn die Temperatur in der Einheit einen vorbestimmten Wert erreicht, wodurch gegen das genannte elastische Metallelement gedrückt und eine Unterbrechung in dem genannten elektrischen Pfad bewirkt wird.

4. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 3, wobei das leitfähige Element (50) einen Abschnitt (50b) mit reduzierter Querschnittsfläche aufweist, der als disintegrierbarer Sicherungseinsatz fungiert, so dass er als Schutz vor Leistungsstoßzuständen dient.

5. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 3, wobei das Bimetallelement (40) so positioniert ist, dass es mit einem Scheibensitz (35b) an einer Oberfläche eines elektrisch isolierenden Elements (35) innerhalb der genannten Endabdeckungseinheit eingreift.

6. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 5, wobei ein Abschnitt des genannten elastischen, leitfähigen Elements (50) zwischen einem Abschnitt der genannten Endabdeckungsplatte (20) und einem Abschnitt des genannten elektrisch isolierenden Elements (35) angeordnet ist.

7. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 3, wobei das genannte elastische, leitfähige Element (50) eine Halteeinrichtung aufweist, um die Bewegung des genannten Bimetallelements (50) zu beschränken, wobei dessen Verformung nicht eingeschränkt wird, wenn die Temperatur innerhalb der genannten Einheit einen vorbestimmten Wert erreicht.

8. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 3, wobei die genannte auf Druck ansprechende Einrichtung eine Membranscheibe (70) umfasst, die elektrisch mit einer Zellelektrode verbunden werden kann, wenn die genannte Endabdeckungseinheit (10) an einer elektrochemischen Zelle angebracht wird, wobei sich die genannte Membranscheibe (70) verformt, um eine Unterbrechung in dem genannten elektrischen Pfad zu bewirken, wodurch die elektrische Verbindung zwischen der genannten Endabdeckungsplatte (20) und der genannten Elektrode unterbrochen wird, wenn die genannte Endabdeckungseinheit an einer Zelle angebracht wird und der interne Zellengasdruck einen ersten vorbestimmten Wert erreicht.

9. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 8, wo-

bei diese ferner eine Trägerplatte (60) umfasst, die über die innere Breite der Endabdeckungseinheit platziert ist, wobei die genannte Trägerplatte das Innere der Endabdeckungseinheit in eine obere Kammer (68) und eine untere Kammer (78) unterteilt, wobei sich die obere Kammer nahe an der Endabdeckungsplatte (20) befindet als die untere Kammer.

10. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 9, wobei diese ferner eine elektrisch leitfähige, druckbeständige Platte (80) umfasst, die an dem Ende der Endabdeckungseinheit entgegengesetzt zu der genannten Endabdeckungsplatte (20) angeordnet ist, wobei die genannte Membranscheibe (70) an die elektrisch leitfähige, druckbeständige Platte (80) geschweißt ist, wobei die genannte druckbeständige Platte (80) mindestens eine dort hindurch gehende Öffnung (73) aufweist, wobei ein Abschnitt der genannten druckbeständigen Platte und ein Abschnitt der genannten Membran mindestens einen Abschnitt des genannten elektrisch leitfähigen Pfads bildet.

11. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 10, wobei die genannte Membranscheibe (70) zerbricht, wenn die genannte Endabdeckungseinheit an einer Zelle angebracht wird und der Gasdruck innerhalb der Zelle einen zweiten vorbestimmten Wert erreicht, der größer ist als der genannte erste vorbestimmte Wert, woraufhin Gas aus dem Inneren der Zelle durch die genannte zerbrochene Membranscheibe und in die genannte untere Kammer (78) verläuft.

12. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 10, wobei die genannte Membranscheibe (70) darin einen gerillten Pfad (70a) mit reduzierter Dicke aufweist.

13. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 12, wobei der genannte gerillte Pfad (70a) allgemein mit einem großen Abschnitt der äußeren peripheren Form der Membranscheibe (70) übereinstimmt, wobei der genannte gerillte Pfad einen Bruchpfad für die genannte Membran vorsieht.

14. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 13, wobei der genannte gerillte Pfad (70a) im Wesentlichen C-förmig ist.

15. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 11, wobei die genannte Trägerplatte (60) mindestens eine dort hindurch verlaufende Öffnung (63) aufweist, so dass Gas aus dem Inneren der Zelle, das sich in der unteren Kammer (78) sammelt, durch die genannte Trägerplattenöffnung (63) und in die obere Kammer (68) verlaufen kann.

16. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 15, wobei die genannte Endabdeckungsplatte (20) mindestens eine dort hindurch verlaufende Öffnung (67) aufweist, so dass in die genannte obere Kammer (68)

verlaufendes Gas durch die genannte Endabdeckungsöffnung (67) in die externe Umgebung verlaufen kann.

17. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 9, wobei diese ferner eine elektrisch leitfähige Kontaktplatte (15) umfasst, die an eine Oberfläche der Trägerplatte (60) geschweißt ist, wobei ein Abschnitt (50b) des genannten elastischen, leitfähigen Elements (50) die genannte Kontaktplatte (15) berührt, und wobei zumindest ein Abschnitt der genannten Kontaktplatte (15) und das genannte elastische, leitfähige Element (50) einen Abschnitt des genannten elektrisch leitfähigen Pfads bilden.

18. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 9, wobei der periphere Rand des genannten Trägerplatte (60) den peripheren Rand der genannten Membranscheibe (70) berührt, und wobei die Membranscheibe (70) elektrisch mit einer Zellelektrode verbunden werden kann, wenn die Endabdeckungseinheit an einer Zelle angebracht wird.

19. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 17, wobei sich das genannte Bimetallelement (40) verformt, wenn das Element eine vorbestimmte Temperatur erreicht, wodurch bewirkt wird, dass das elastische, leitfähige Element (50) dessen elektrische Verbindung mit der genannten Kontaktplatte (15) unterbricht.

20. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 11, wobei die Einheit ferner elektrisch isolierende Tülle (25) umfasst, die sich in Kontakt mit dem peripheren Rand der Endabdeckungsplatte (20) und dem peripheren Rand der Membranscheibe (70) befindet, wobei die genannte Endabdeckungseinheit ferner ein metallisches Crimpelement (55) umfasst, dass mechanisch um die genannte Tülle (25) gecrimpt ist, um die genannte Membranscheibe (70) und die genannte Trägerplatte (67) unter mechanischer Kompression zu halten.

21. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 20, wobei die Einheit ferner eine Metallabdeckung (30) umfasst, die einen Abschnitt des genannten Crimpelements (55) berührt und die äußere Oberfläche des genannten Kontaktelements (55) schützt.

22. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 17, wobei die Einheit durch deren Einführung in das offene Ende (95) einer zylindrischen Einfassung (90) für die Zelle und Schweißen der äußeren Oberfläche der genannten Abdeckung (30) an die innere Oberfläche der genannten Einfassung (90) an einer Zelle angebracht worden ist, woraufhin die Endabdeckungseinheit innerhalb der zylindrischen Einfassung dicht mit der Endabdeckungsplatte (20) verschlossen wird, wobei ein Anschluss der Zelle zur äußeren Umgebung frei liegt.

23. Endabdeckungseinheit nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung mit thermischem Ansprechverhalten ein elastisches, leitfähiges Element (150) in elektrischem Kontakt mit der genannten Endabdeckungsplatte (20) umfasst sowie eine schmelzfähige Materialmasse (175), welche das genannte elastische, leitfähige Element (150) in elektrischem Kontakt zwischen der genannten Endabdeckungsplatte (20) und einem anderen leitfähigen Abschnitt (115) der Endabdeckungseinheit hält, wobei der genannte andere leitfähige Abschnitt (115) elektrisch mit einer Zellelektrode verbunden werden kann, wenn die Endabdeckungseinheit an einer Zelle angebracht wird, wodurch eine elektrische Verbindung zwischen der genannten Endabdeckungsplatte (20) und der genannten Elektrode während dem Zellenbetrieb vorgesehen wird, wobei die genannte Materialmasse (175) schmilzt, wenn die Zellentemperatur einen vorbestimmten Wert erreicht, wodurch eine Bewegung in dem genannten elastischen Metallelement (150) bewirkt wird, um die elektrische Verbindung zwischen der genannten Endabdeckungsplatte (20) und der genannten Zellelektrode zu unterbrechen, wodurch der Betrieb der Zelle verhindert wird.

24. Elektrochemische Zelle (100) der durch die Einführung einer Endabdeckungseinheit (10) in eine zylindrische Einfassung (90) mit offenem Ende für die Zelle gebildeten Art, wobei die genannte Zelle ferner einen positiven und einen negativen Anschluss und ein Paar von internen Elektroden (Anode und Kathode) aufweist, wobei die genannte Endabdeckungseinheit (10) den Definitionen der Ansprüche 1 bis 23 entspricht.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

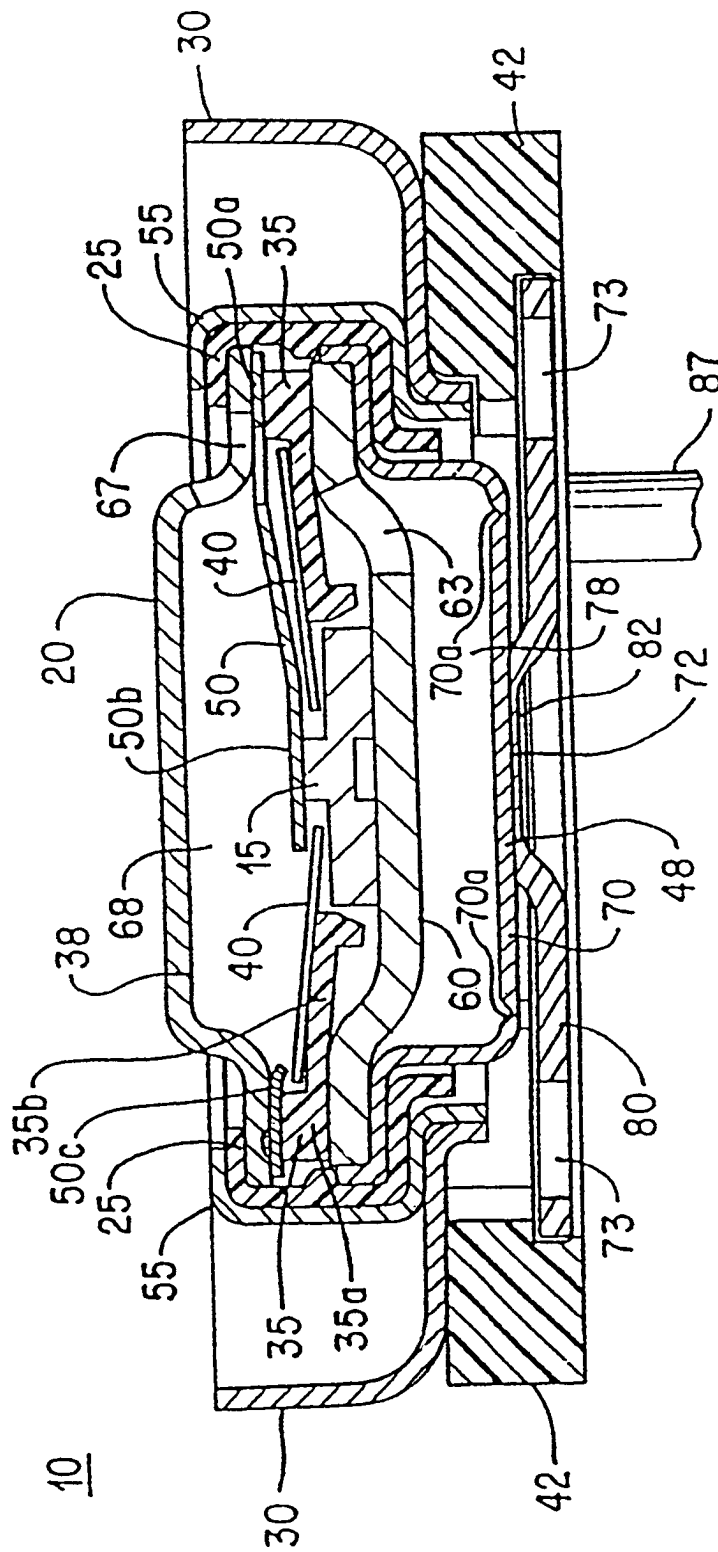


FIG. 1



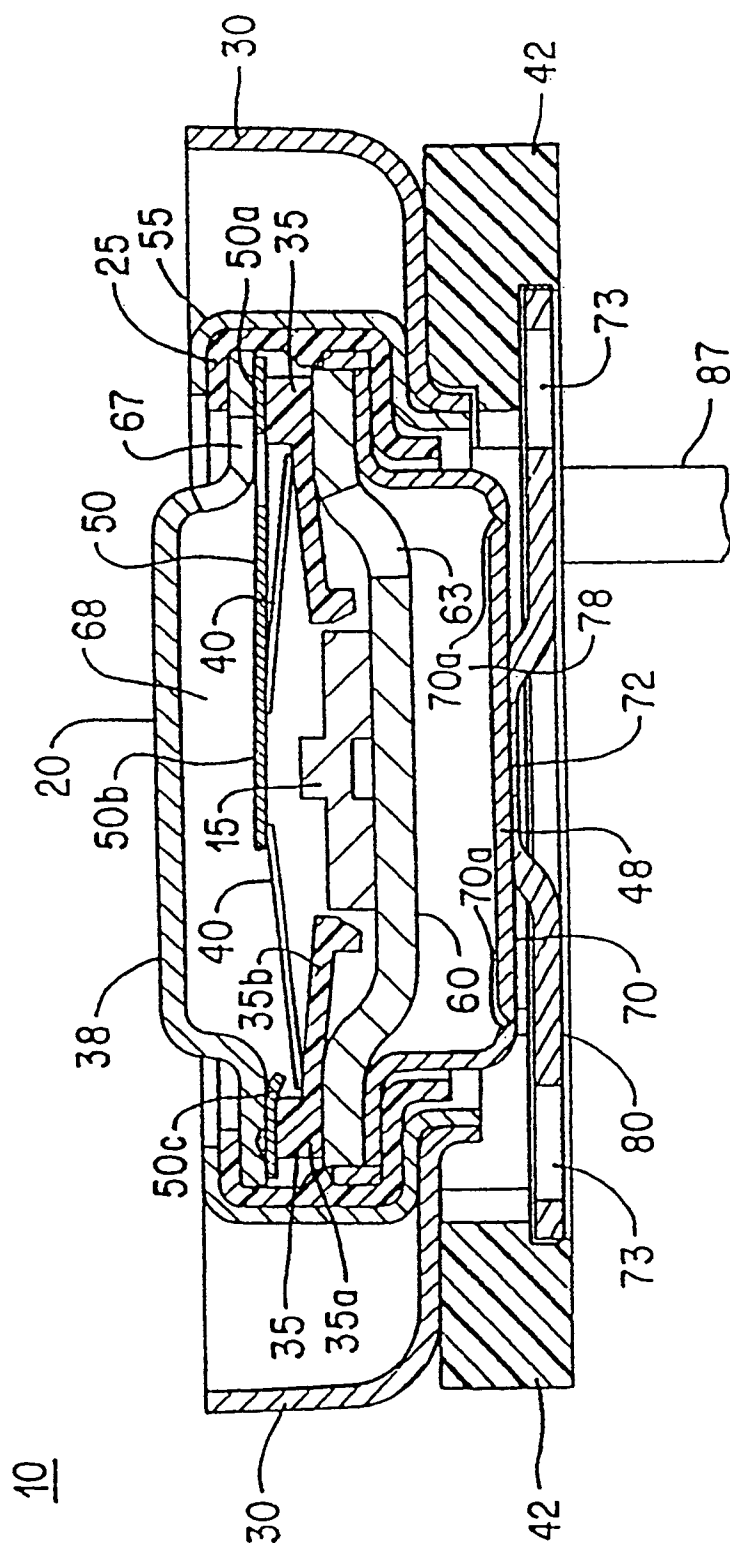


FIG. 2

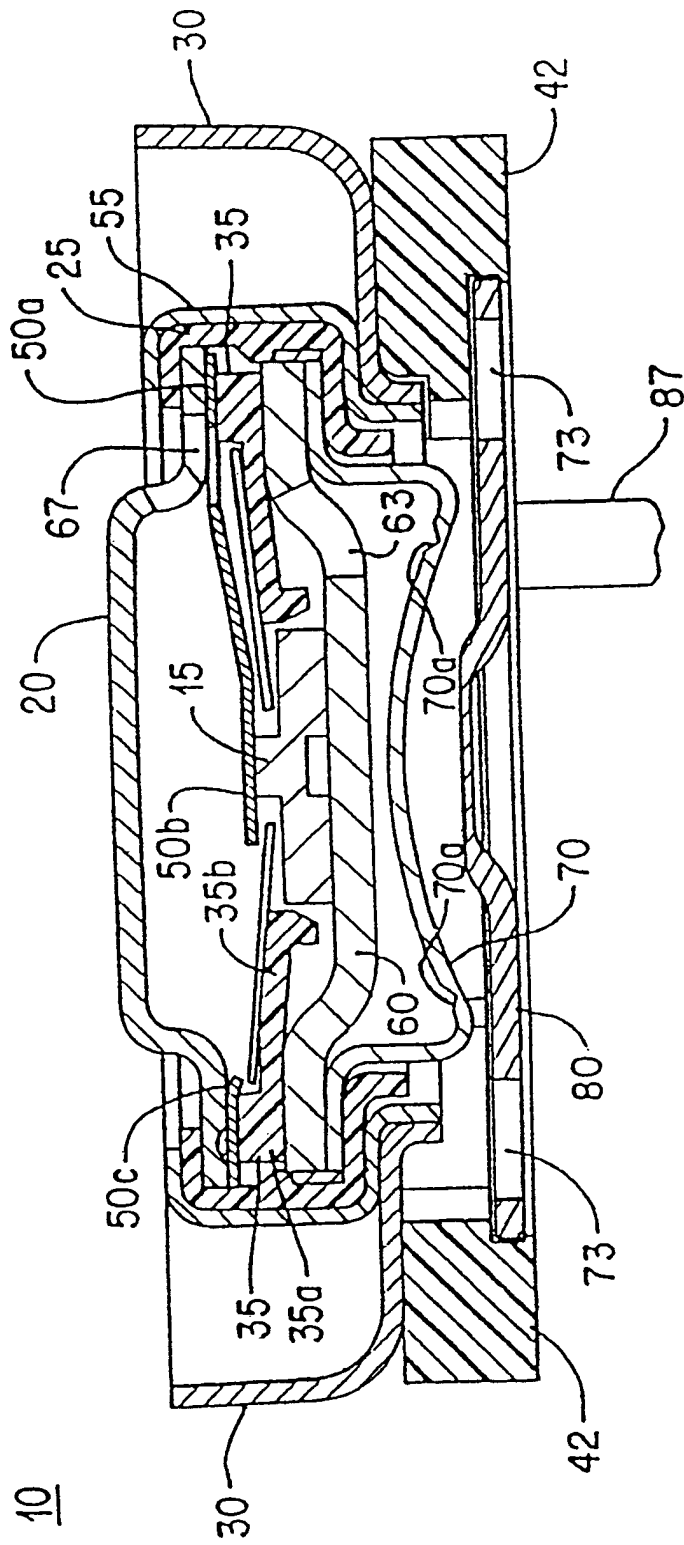


FIG. 3

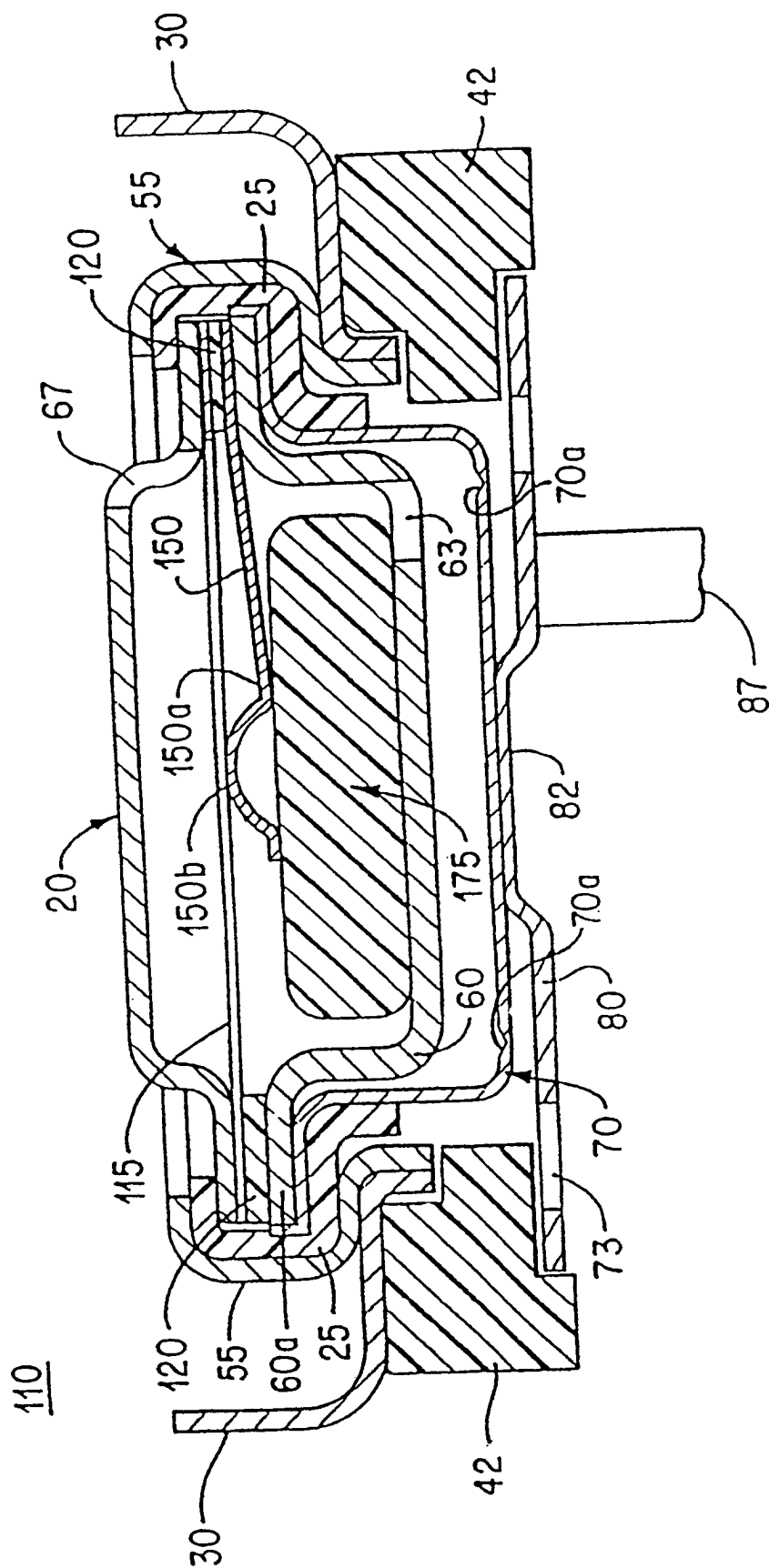


FIG. 4

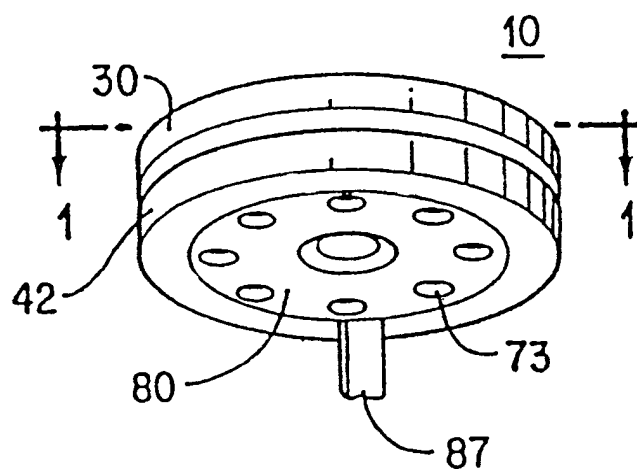
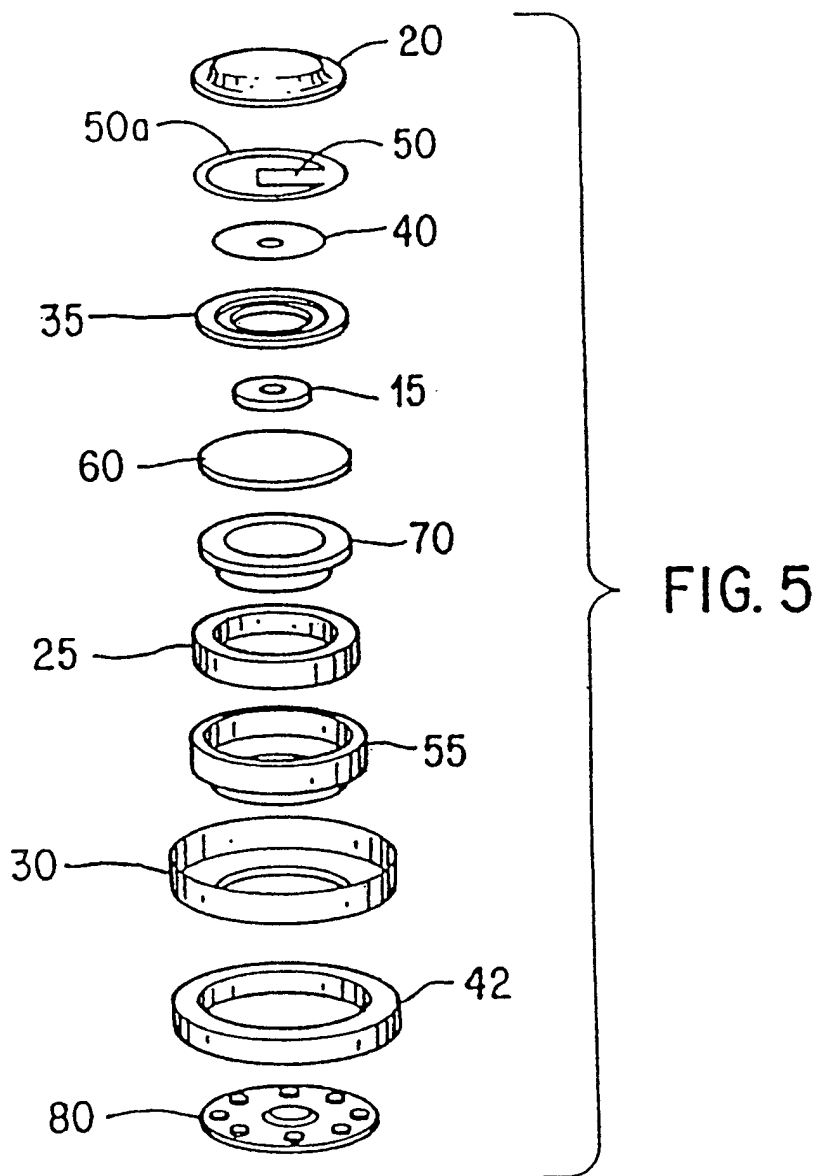


FIG. 6



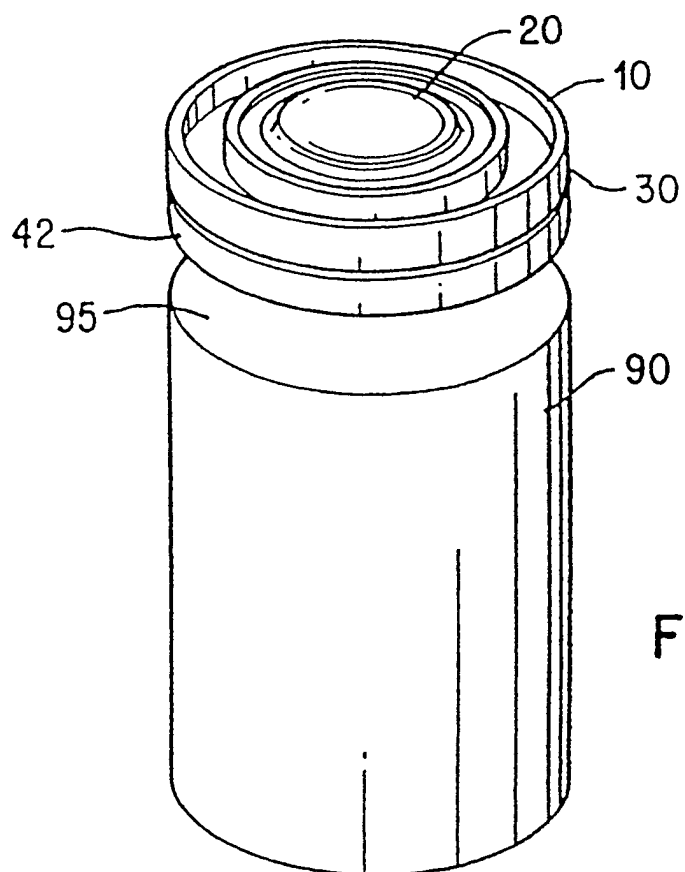


FIG. 7

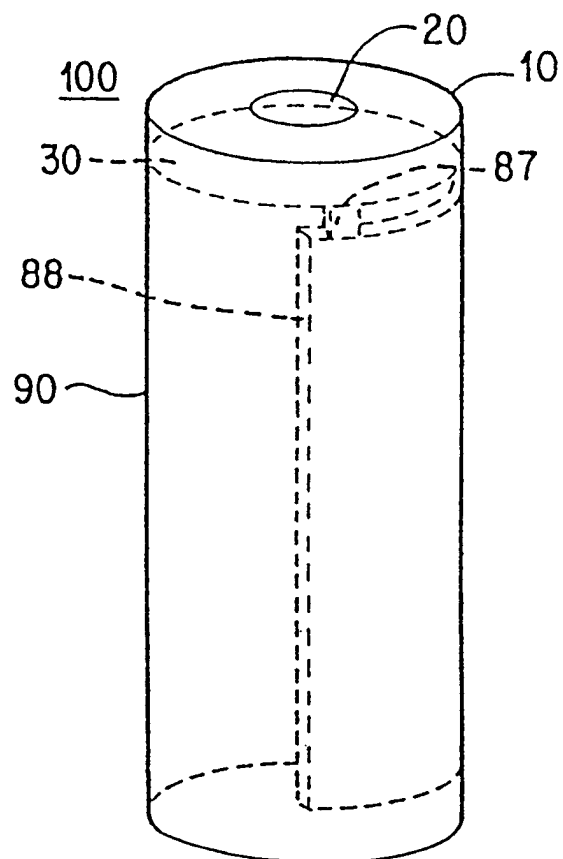


FIG. 8