



(10) **DE 10 2015 110 497 A1** 2015.12.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 110 497.0**
 (22) Anmeldetag: **30.06.2015**
 (43) Offenlegungstag: **31.12.2015**

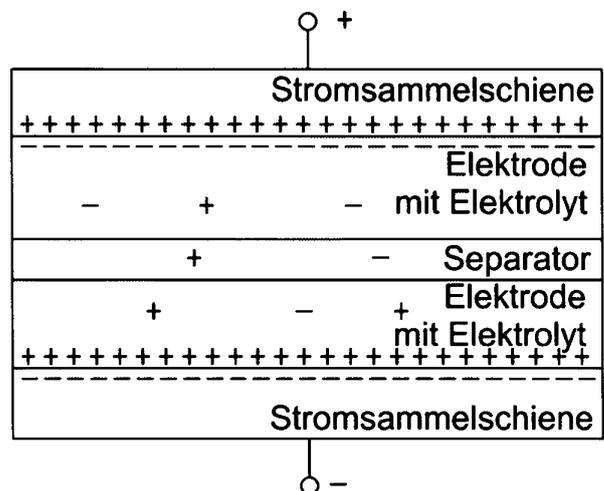
(51) Int Cl.: **H01G 9/00 (2006.01)**
H01G 11/00 (2013.01)

<p>(30) Unionspriorität:</p> <table border="0"> <tr> <td>62/018,739</td> <td>30.06.2014</td> <td>US</td> </tr> <tr> <td>14/749,785</td> <td>25.06.2015</td> <td>US</td> </tr> </table> <p>(71) Anmelder: AVX Corporation, Fountain Inn, S.C., US</p>	62/018,739	30.06.2014	US	14/749,785	25.06.2015	US	<p>(74) Vertreter: Canzler & Bergmeier Patentanwälte, 85055 Ingolstadt, DE</p> <p>(72) Erfinder: Rawal, Bharat, Surfside Beach, S.C., US; Eggerding, Carl L., Greenville, S.C, US; Knopsnyder, Bob, Simpsonville, S.C, US</p>
62/018,739	30.06.2014	US					
14/749,785	25.06.2015	US					

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrochemische Energiespeichervorrichtungen und Fertigungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Eine ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung ist geschaffen, die Elektrodenmaterial mit Mehrschicht-Stromsammelschienen und mit einem organischen Elektrolyten zwischen den Elektroden verwendet. Vielfache Zellen können in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sein, und alle Zellen können in Reihe, parallel oder einigen Kombinationen davon geschaltet sein. Die Energiespeichervorrichtung kann auf weniger als 0,5 Millimeter Dicke konstruiert sein und sehr niedrigen ESR und Einsatzmöglichkeiten in höheren Temperaturbereichen aufweisen.



Beschreibung

Gebiet des Gegenstands

[0001] Die vorliegend offenbarte Technik betrifft allgemein elektrochemische Systeme zum Speichern und Abgeben elektrischer Energie sowie entsprechende Verfahren. Insbesondere betrifft die vorliegend offenbarte Technik die Konstruktion von Kondensatorvorrichtungen mit Elektrolyten auf organischer Basis mit sehr niedrigem Ersatzreihenwiderstand (ESR) (und entsprechendem, niedrigem spezifischem Widerstand) und erhöhten Betriebstemperatureigenschaften, in Verbindung mit ultradünnem Aufbau, um Leistungsfähigkeit für spezialisierte Superkondensator-Energiespeichervorrichtungen zu schaffen.

Hintergrund des Gegenstands

[0002] Der vorliegend offenbarte Gegenstand betrifft allgemein elektrochemische Energiespeichervorrichtungen und Fertigungsverfahren. Insbesondere betrifft der vorliegend offenbarte Gegenstand elektrochemische Systeme zur Verwendung in elektronischen Schaltkreisen, beispielsweise als Kondensatoren und/oder Batterien. Genauer betrifft der vorliegend offenbarte Gegenstand elektrochemische Systeme mit einem Elektrolytmaterial aus einer organischen Lösung.

[0003] Noch weiter betrifft der vorliegend offenbarte Gegenstand verbesserte Konstruktionen zum Zusammenbauen einer Vielzahl von einzelnen Zellen eines elektrochemischen Systems. Genauer können einzelne Zellen einzeln miteinander verbunden sein, um einen Stapel zu bilden (in einem einzigen Gehäuse oder mehreren Gehäusen), wobei Stapel miteinander verbunden sind, um eine Baugruppe zu bilden. Weiter ist der vorliegend offenbarte Gegenstand vielseitiger, um Reihenschaltungen, Parallelschaltungen oder Kombinationen davon zwischen Zellen oder zwischen Stapeln zu erzielen, und um hybride Sätze einer Batterie oder von Batterien, kombiniert mit einem Kondensator oder mehreren Kondensatoren, in einem einzigen integrierten Produkt zu erreichen.

[0004] Da verschiedene elektronische Vorrichtungen tragbarer werden und mehr Funktionalität vorsehen, wurden entsprechende Fortschritte bei den Eigenschaften und Bestandteilen solcher Vorrichtungen nötig, die die Tragbarkeit ermöglichen. Oft besteht der beschränkende Faktor sowohl bei der Größe als auch bei der Funktionalität einer elektronischen Vorrichtung in der Größe und dem Gewicht ihrer Bestandteile und insbesondere der Größe und dem Gewicht zugehöriger Energiespeicherbauteile. Der allgemeine Drang zur Miniaturisierung von Elektronik führte auch zur Integration verschiedener Bau-

teile in einer einzigen Vorrichtung, um sowohl Platz als auch Gewicht zu sparen.

[0005] Typische, für tragbare Elektronik verwendete Hauptenergiequellen umfassen elektrochemische Batterien und/oder elektrochemische Kondensatoren. Wie bei anderen Vorrichtungen und Bauteilen ist ein beschränkender Aspekt von Energiespeicherbauteilen das Verpacken des elektrochemischen Systems und die sich ergebende Größe des Systems.

[0006] Aus Sicht der Leistungsfähigkeit sind zusätzliche Aspekte, die sich auf die Verwendung bestimmter Konstruktionen in bestimmten Anwendungen auswirken oder sie beschränken, der Temperaturbereich, innerhalb dessen die Bauteile funktionieren, sowie der Ersatzreihenwiderstand (ESR) des Bauteils bezüglich zugehöriger Schaltkreise.

[0007] Es ist daher wünschenswert, ein Energiespeicherbauteil mit ultradünner Bauform (ultraniedrigem Profil) zu schaffen, das einen elektrochemischen Kondensator umfassen kann, der einen organischen Elektrolyten verwendet.

[0008] Es ist auch wünschenswert, ein solches, für eine einzige elektronische Vorrichtung nützliches elektrochemisches Energiespeicherbauteil zu schaffen, in dem aber aufgrund der Konstruktion des Bauteils die Zellen in Reihe oder parallel oder in einer Kombination davon geschaltet sind.

[0009] Weiter ist es wünschenswert, eine solche Vorrichtung mit verbessertem, sehr niedrigem ESR (und entsprechendem, sehr niedrigem spezifischem Widerstand) und mit einem erweiterten Nutzbetriebstemperaturbereich zu schaffen.

[0010] Während verschiedene Umsetzungen von Kondensatorbauteilen und zugehörigen Baugruppen sowie Aufbauverfahren dafür entwickelt wurden, ist keine Konstruktion bekannt geworden, die allgemein alle gewünschten Eigenschaften umfasst, wie sie nachstehend gemäß der Technik des Gegenstands dargestellt ist.

Zusammenfassung des Gegenstands

[0011] Der vorliegend offenbarte Gegenstand erkennt und spricht verschiedene der vorstehenden Beschränkungen und Nachteile an, sowie andere, die sowohl die Konstruktionen elektrochemischer Energiespeicherbauteile als auch Verfahren zu ihrer Herstellung betreffen. Somit ist es grob gesagt ein Ziel bestimmter Ausführungsformen der vorliegend offenbarten Technik, verbesserte Konstruktionen für bestimmte Kondensatorbauteile und Bauteilgruppen bereit zu stellen, die mit Kondensatoren auf Grundlage organischer Elektrolyten verknüpft sind. Andere Aufgaben betreffen grob gesagt das Vorsehen eines

verbesserten, ultradünnen elektrochemischen Energiespeicherbauteils, mit, die in Reihe, parallel oder in einer Kombination davon geschaltet sind, und zusätzlich verbesserte Verfahren zum Herstellen solcher Bauteile.

[0012] Es ist daher eine Hauptaufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, einen verbesserten elektrochemischen Kondensator zu schaffen.

[0013] Eine weitere besondere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands ist es, einen elektrochemischen Kondensator mit einem sehr niedrigen (oder ultraniedrigen) Ersatzreihenwiderstand (ESR) (und einem entsprechenden, sehr niedrigen spezifischen Widerstand) zu schaffen.

[0014] Es ist noch eine weitere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, eine ultradünne elektrochemische Kondensatorvorrichtung zu schaffen. In dem Zusammenhang ist es eine noch besondere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, ein elektrochemisches Energiespeicherbauteil zu schaffen, das aufgrund seines Aufbaus das Setzen mehrerer verbundener Zellen in Reihe, parallel oder in einer Kombination davon zu erleichtern, um Kapazität und/oder Spannung zu variieren.

[0015] Es ist noch eine weitere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, ein ultradünnes elektrochemisches Energiespeicherbauteil zu schaffen, das effektiv gefertigt werden kann.

[0016] Es ist eine weitere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, ein elektrochemisches Energiespeicherbauteil zu schaffen, das effektiv einen erweiterten Betriebstemperaturbereich aufweist.

[0017] Es ist eine weitere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, ein verbessertes elektrochemisches Energiespeicherbauteil zu schaffen, das effektiv mit weitgehend verringertem Kontakt mit Feuchtigkeit während des Fertigungsvorgangs gefertigt werden kann, um ein Produkt mit verbesserter Maßhaltigkeit bei Wärmebeanspruchung zu ergeben.

[0018] Es ist eine weitere Aufgabe des vorliegend offenbaren Gegenstands, ein elektrochemisches Energiespeicherbauteil zu schaffen, das effektiv einen Puls-Superkondensator mit niedrigem ESR oder einen verbesserten elektrochemischen Doppelschichtkondensator (EDLC) mit verbessertem, niedrigem ESR umfasst.

[0019] Eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbaren Gegenstand betrifft eine ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung. Eine solche Vorrichtung umfasst vorzugsweise ein Paar jeweiliger innerer Elektroden mit Elektrolyt; eine Separatorschicht zwischen den jeweiligen

Elektroden; ein Paar jeweiliger Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der Stromsammelschienen außerhalb jeder der Elektroden befindet; und ein Gehäuse, das die Stromsammelschienen umgibt und ein jeweiliges Paar von Anschlüssen aufweist, die jeweils mit den Stromsammelschienen verbunden sind. Vorzugsweise weist auch der Inhalt des Gehäuses eine Dicke bis weniger als 0,5 Millimeter auf.

[0020] In einigen Abwandlungen des Vorstehenden kann das Gehäuse einen Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm aufweisen. In einigen Alternativen kann der Elektrolyt einen organischen Elektrolyten umfassen, und in anderen umfasst der Elektrolyt zumindest teilweise Propylencarbonat.

[0021] In anderen alternativen Ausführungsformen kann das Gehäuse einen Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm aufweisen, und die Vorrichtung kann einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa $1,5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C aufweisen.

[0022] In noch anderen Gestaltungen beispielhafter Ausführungsformen kann eine Vielzahl solcher Vorrichtungen als vielfache Zellen angeordnet sein, die in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sind, die in einer von Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sind.

[0023] In noch anderen alternativen Gestaltungen beispielhafter Ausführungsformen kann die Vorrichtung eine Vielzahl von einem solchen Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und einem solchen Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem Gehäuse, enthalten, und das Gehäuse kann eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweisen.

[0024] Für andere vorliegend offenbarte beispielhafte Ausführungsformen der ultradünnen elektrochemischen Energiespeichervorrichtung kann der Elektrolyt einen organischen Elektrolyten umfassen; und die Vorrichtung kann einen elektrochemischen Doppelschichtkondensator (ECDL) mit einer Kapazitätsdichte von mindestens ungefähr 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens umfassen. In noch einer weiteren alternativen Ausführungsform einer solchen vorliegend offenbaren ultradünnen elektrochemischen Energiespeichervorrichtung kann der Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweisen; das Gehäuse kann weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthalten; und der Kondensator kann einen Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung bis zu 90°C aufweisen. Alternativ kann der organische Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthalten; und das Gehäuse kann Maße von etwa 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke aufweisen und kann Maßhaltigkeit bis zu etwa 105°C Lagerungstempera-

tur beibehalten, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 m Ω beibehalten ist.

[0025] In noch einer weiteren vorliegend offenbarten, beispielhaften Ausführungsform umfasst ein ultradünner Superkondensator mit ultraniedrigem ESR vorzugsweise ein Paar jeweiliger innerer Elektroden mit organischem Elektrolyten; eine ultradünne Separatorschicht zwischen den jeweiligen Elektroden; ein Paar jeweiliger Mehrschicht-Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der Stromsammelschienen außerhalb jeder der Elektroden befindet; und ein Gehäuse, das die Stromsammelschienen umgibt und ein jeweiliges Paar Anschlüsse aufweist, die jeweils mit den Stromsammelschienen verbunden sind. Weiter weist der Inhalt des Gehäuses vorzugsweise eine Dicke bis zu weniger als 0,5 Millimetern und einen Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als etwa 10 ppm auf, und der Superkondensator weist einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa 1,5 $\Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche, eine Kapazitätsdichte von mindestens etwa 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C auf.

[0026] In einer vorliegend offenbarten, beispielhaften Abwandlung eines solchen Superkondensators kann der Superkondensator einen Kohle-/Kohle-Doppschichtkondensator mit einer Nennspannung von 4,2 Volt und einem Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung von -40°C bis 90°C aufweisen. In einer weiteren Abwandlung kann der organische Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthalten.

[0027] Für andere Alternativen kann eine Vielzahl der Superkondensatoren als vielfache Zellen angeordnet sein, positioniert in einer Vielzahl von Stapeln. In einigen solchen Fällen können die Stapel vielfacher Zellen in Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sein.

[0028] In anderen Abwandlungen beispielhafter Superkondensatoren kann die Vorrichtung eine Vielzahl von einem solchen Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und einem solchen Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem Gehäuse, enthalten, und das Gehäuse kann eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweisen.

[0029] Für noch andere Abwandlungen vorliegend offenbarter, ultradünner elektrochemischer Energiespeichervorrichtungen kann der Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweisen; das Gehäuse kann weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthalten; und der Superkondensator kann einen Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung bis zu 90°C aufweisen. Bei anderen kann das Gehäuse Maße von etwa 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke aufweisen und kann Maßhaltigkeit bis zu etwa 105°C

Lagerungstemperatur beibehalten, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 m Ω beibehalten ist.

[0030] Es sollte aus der vollständigen Offenbarung hiermit verstanden werden, dass der vorliegend offenbarte Gegenstand Vorrichtungen sowie gleichfalls entsprechende und/oder zugehörige Verfahrenstechnik betrifft. Eine beispielhafte Ausführungsform des vorliegend offenbarten Verfahrens betrifft ein Verfahren zum Fertigen einer ultradünnen elektrochemischen Energiespeichervorrichtung, wobei das Verfahren vorzugsweise umfasst: Vorsehen eines Paares jeweiliger innerer Elektroden mit Elektrolyt mit einer Separatorschicht zwischen den jeweiligen Elektroden; Vorsehen eines Paares jeweiliger Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der Stromsammelschienen außerhalb jeder der Elektroden befindet; und Umgeben der Stromsammelschienen durch ein Gehäuse mit einem jeweiligen Paar von Anschlüssen, die jeweils mit den Stromsammelschienen verbunden sind. Weiter weist vorzugsweise nach der beispielhaften Ausführungsform der Inhalt des Gehäuses eine Dicke bis weniger als 0,5 Millimeter auf. In einigen Abwandlungen des Verfahrens kann das Verfahren in einer kontrollierten Umgebung mit einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm durchgeführt werden.

[0031] In anderen, vorliegend offenbarten Abwandlungen kann eine Vielzahl solcher Vorrichtungen als vielfache Zellen angeordnet sein, die in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sind, die in Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sind, um wahlweise eine gewünschte Kapazität und/oder einen gewünschten Betriebsspannungspegel zu erzielen. In noch anderen Abwandlungen kann die Vorrichtung eine Vielzahl von einem solchen Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und einem solchen Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem Gehäuse, enthalten, und das Gehäuse kann eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweisen.

[0032] In anderen, beispielhaften Alternativen kann der Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthalten; und das Gehäuse kann Maße von etwa 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke aufweisen und kann Maßhaltigkeit bis zu etwa 105°C Lagerungstemperatur beibehalten, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 m Ω beibehalten ist.

[0033] Eine weiter vorliegend offenbarte, beispielhafte Ausführungsform betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines ultradünnen Superkondensators mit ultraniedrigem ESR, wobei das Verfahren vorzugsweise umfasst: Vorsehen eines Paares jeweiliger innerer Elektroden mit organischem Elektrolyten mit einer ultradünnen Separatorschicht zwischen den je-

weiligen Elektroden; Vorsehen eines Paares jeweiliger Mehrschicht-Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der Stromsammelschienen außerhalb jeder der Elektroden befindet; und Umgeben der Stromsammelschienen durch ein Gehäuse mit einem jeweiligen Paar von Anschlüssen, die jeweils mit den Stromsammelschienen verbunden sind. Weiter weist nach der beispielhaften Ausführungsform der Inhalt des Gehäuses vorzugsweise eine Dicke bis weniger als 0,5 Millimeter auf, und das Verfahren wird in einer kontrollierten Umgebung mit einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als etwa 10 ppm durchgeführt, und der Superkondensator weist einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa $1,5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche, eine Kapazitätsdichte von mindestens etwa 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C auf.

[0034] In einigen Abwandlungen des Vorstehenden kann das Verfahren ein Anordnen einer Vielzahl der Superkondensatoren als vielfache Zellen umfassen, positioniert in einer Vielzahl von Stapeln, um wahlweise eine gewünschte Kapazität und/oder einen gewünschten Betriebsspannungspegel zu erzielen. Für andere Abwandlungen können die Stapel vielfacher Zellen in Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sein, um hybride Sätze einer Batterie oder von Batterien, kombiniert mit einem Kondensator oder mehreren Kondensatoren, in einem einzigen integrierten Produkt zu erzielen. In noch anderen Abwandlungen kann die Vorrichtung eine Vielzahl von einem solchen Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und einem Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem Gehäuse, enthalten, und das Gehäuse kann eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweisen.

[0035] Für andere vorliegend offenbarte Alternativen kann der Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweisen; das Gehäuse kann weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthalten; und der Superkondensator kann einen Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung bis zu 90°C aufweisen.

[0036] Zusätzliche Aufgaben und Vorteile des vorliegend offenbarten Gegenstands sind hier in der genauen Beschreibung, wie sie folgt, dargelegt oder sind jemandem mit gewöhnlichem Fachwissen daraus ersichtlich. Dabei sollte auch weiterhin klar sein, dass Änderungen und Abwandlungen an dessen spezifisch dargestellten, herangezogenen und diskutierten Merkmalen und Materialien in verschiedenen Ausführungsformen und Anwendungen des vorliegend offenbarten Gegenstands mit Bezug darauf praktiziert werden können, ohne von deren Sinn und Geltungsbereich abzuweichen. Solche Abwandlungen können enthalten, sind aber nicht darauf beschränkt: Einsetzen der äquivalenten Schritte, Mittel, Merkmale und Materialien anstelle der gezeigten

oder beschriebenen sowie funktionelle oder positionelle Umkehr verschiedener Schritte, Teile, Merkmale oder dergleichen.

[0037] Noch weiter versteht sich, dass verschiedene Ausführungsformen, ebenso wie verschiedene im Vorliegenden bevorzugte Ausführungsformen des vorliegend offenbarten Gegenstands verschiedene Kombinationen oder Ausführungen vorliegend dargelegter Schritte, Merkmale oder Elemente oder ihrer Äquivalente enthalten können (einschließlich Kombinationen von Schritten, Merkmalen oder Gestaltungen davon, die nicht ausdrücklich in den Figuren gezeigt oder in der genauen Beschreibung angegeben sind).

[0038] Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile des vorliegend offenbarten Gegenstands werden mit Bezug auf die folgende Beschreibung besser verstanden. Die begleitende Zeichnung, die in diese Beschreibung einbezogen ist und einen Teil davon bildet, stellt eine Ausführungsform des vorliegend offenbarten Gegenstands dar und dient zusammen mit der Beschreibung dazu, Prinzipien des vorliegend offenbarten Gegenstands zu erläutern.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0039] Eine vollständige und erhellende Beschreibung des vorliegend offenbarten Gegenstands einschließlich dessen bester Form, die sich an jemandem mit gewöhnlichem Fachwissen wendet, ist in der Beschreibung gegeben, die sich auf die beigefügten Figuren bezieht, in denen:

[0040] Fig. 1 eine isometrische Explosionsansicht von Schichten darstellt, die eine beispielhafte elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach dem Stand der Technik bilden;

[0041] Fig. 2 ein Schema einer beispielhaften Ausführungsform einer elektrochemischen Doppelschichtkondensatorvorrichtung (ECDL-Vorrichtung) gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0042] Fig. 3A und Fig. 3B Draufsicht bzw. Seitenkantenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Kondensatorvorrichtung mit organischem Elektrolyten gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand sind; und

[0043] Fig. 4A und Fig. 4B Draufsicht bzw. Seitenkantenansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform einer Kondensatorvorrichtung mit organischem Elektrolyten gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand sind;

[0044] Fig. 3C bzw. Fig. 4C Ähnlichkeiten beispielhafter Ausführungsformen gemäß dem vorliegend

offenbarten Gegenstand der **Fig. 3A/Fig. 3B** und **Fig. 4A/Fig. 4B** sind;

[0045] Fig. 5 eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs bei Raumtemperatur (bei 2,8 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung des Ersatzreihenwiderstands (ESR) für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0046] Fig. 6 eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs bei Raumtemperatur (bei 2,8 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung der Kapazität für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0047] Fig. 7 eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs bei Raumtemperatur (bei 2,8 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung des Leckstroms für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0048] Fig. 8 eine Kurve beispielhaften Lager-Zeitverlaufs bei Temperaturen von 75°C, 85°C bzw. 105°C im Vergleich zur prozentualen Änderung des ESR für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0049] Fig. 9 eine Kurve beispielhaften Lager-Zeitverlaufs bei Temperaturen von 75°C, 85°C bzw. 105°C im Vergleich zur prozentualen Änderung der Kapazität für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0050] Fig. 10 eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs (bei einer Temperatur von 70°C und 2,2 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung des Leckstroms für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0051] Fig. 11 eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs (bei einer Temperatur von 50°C und 2,5 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung der Kapazität für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0052] Fig. 12 eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs (bei einer Temperatur von 50°C und 2,5 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung des Leckstroms für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0053] Fig. 13 eine Kurve beispielhaften ESR über der Temperatur für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0054] Fig. 14 eine Kurve beispielhafter Kapazität über der Temperatur für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

rungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0055] Fig. 15 eine Kurve beispielhaften Leckstroms über der Temperatur für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0056] Fig. 16 eine Kurve einer beispielhaften GSM-Wellenform ist, die sowohl Spannung als auch Strom über der Zeit zeigt, die in einer Spannungszyklusprüfung verwendet werden kann, die an einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand durchgeführt wird;

[0057] Fig. 17 eine Kurve beispielhafter prozentualer Änderung des ESR über der Anzahl von Zyklen bei der GSM-Wellenform-Spannungszyklusprüfung an einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist;

[0058] Fig. 18 eine Kurve einer beispielhaften Dreiecks-Wellenform ist, die Spannung über der Zeit zeigt, die in einer Spannungszyklusprüfung verwendet werden kann, die an einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand durchgeführt wird;

[0059] Fig. 19 eine Kurve beispielhafter prozentualer Änderung des ESR über der Anzahl von Zyklen bei der Dreiecks-Wellenform-Spannungszyklusprüfung an einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand ist.

[0060] Wiederholte Verwendung von Bezugszeichen und Bezeichnungen in der gesamten vorliegenden Beschreibung und den angefügten Zeichnungen soll dieselben oder analoge Merkmale, Elemente oder Schritte des vorliegend offenbarten Gegenstands darstellen.

Genauere Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0061] Wie im Abschnitt „Zusammenfassung des Gegenstands“ beschrieben, betrifft der vorliegend offenbarte Gegenstand allgemein bestimmte Kondensatorvorrichtungen mit organischem Elektrolyten und zugehörige Technik sowie Fertigungs- und/oder Montageverfahren. Genauer betrifft der vorliegend offenbarte Gegenstand verbesserte Konstruktionen für bestimmte ultradünne Superkondensatorbauteile mit ultraniedrigem ESR und Energiespeicherbauteilbaugruppen sowie zugehörige Verfahrenstechniken.

[0062] Ausgewählte Kombinationen von Aspekten der offenbarten Technik entsprechen einer Vielzahl verschiedener Ausführungsformen des vorliegend offenbarten Gegenstands. Es sollte beachtet werden, dass jede der hier dargestellten und beschriebenen

beispielhaften Ausführungsformen keine Einschränkungen des vorliegend offenbarten Gegenstands andeuten sollte. Merkmale und Schritte, die als Teil einer Ausführungsform dargestellt oder beschrieben sind, können in Kombination mit Aspekten einer anderen Ausführungsform benutzt werden, um noch weitere Ausführungsformen zu ergeben. Außerdem können bestimmte Merkmale gegen ähnliche, nicht ausdrücklich erwähnte Bauteile oder Merkmale ausgetauscht werden, welche dieselbe oder eine ähnliche Funktion erfüllen.

[0063] Nun ist im Einzelnen Bezug genommen auf beispielhafte, vorliegend bevorzugte Ausführungsformen, für die **Fig. 2** eine schematische Ansicht einer beispielhaften elektrochemischen Doppelschichtkondensatorvorrichtung (ECDL-Vorrichtung) darstellt, die gemäß der vorliegend offenbarten Technik aufgebaut ist. Um den vorliegend offenbarten Gegenstand besser zu verstehen, ist im Folgenden etwas zusätzlicher Hintergrund für ECDL-Vorrichtungen vorgesehen. **Fig. 1** stellt eine isometrische Explosionsansicht von Schichten dar, die eine beispielhafte elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach dem Stand der Technik bilden. Siehe beispielsweise auch **Fig. 4** des gemeinschaftlich gehaltenen US-Patents Nr. 6,576,365 (an Meitav et al.), das elektrochemische Energiespeichervorrichtungen betrifft, dessen vollständige Offenbarung hier für alle Zwecke in Gänze enthalten ist. Allgemein gesagt, weisen solche Doppelschichtkondensatoren bestimmte Vorteile im Vergleich mit elektronischen Techniken auf.

[0064] Wenn man betrachtet, wie ein elektrochemischer Kondensator (ECDL-Kondensator) arbeitet, besteht sein bedeutendster Unterschied zu einem elektronischen Kondensator darin, dass die Ladungsübertragung im elektronischen Kondensator durch Elektronen durchgeführt wird und in der ECDL-Vorrichtung durch Elektronen und Ionen. Die beim Doppelschicht-Superkondensator beteiligten Anionen und Kationen sind im Elektrolyten enthalten, der flüssig (manchmal eine wässrige oder organische Lösung) oder fest sein kann. Der feste Elektrolyt ist oft ein leitfähiges Polymer.

[0065] Elektronen sind relativ schnell beweglich und übertragen daher Ladung „momentan“. Ionen müssen sich jedoch relativ langsam von Anode zu Kathode bewegen. Somit ist ein endlicher Zeitraum nötig, um die volle Nennkapazität der Vorrichtung aufzubauen. Die Nennkapazität wird normalerweise bei 1 Sekunde gemessen. Verschiedene Unterschiede zwischen EDLC (elektrochemischen Doppelschichtkondensatoren) und elektronischen Kondensatoren können wie folgt zusammengefasst werden:

- Ein Kondensator besteht grundsätzlich aus zwei leitfähigen Platten (Elektroden), getrennt durch eine Schicht dielektrischen Materials, die etwa Keramik, Kunststoffolie, Papier, Aluminiumoxid oder Ähnliches sein kann.
- EDLCs verwenden keine diskrete dielektrische Zwischenphase, die die Elektroden trennt. EDLCs nutzen die Ladungstrennung, die über der Grenzfläche Elektrode – Elektrolyt gebildet ist.
- Der EDLC enthält zwei Arten von Ladungsträgern: IONISCHE Arten auf der ELEKTROLYT-Seite und ELEKTRONISCHE Arten auf der ELEKTRODEN-Seite.

[0066] Die isometrische Explosionsansicht der vorliegenden **Fig. 1** stellt Schichten dar, die eine repräsentative elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach dem Stand der Technik bilden.

[0067] In diesem Fall sieht ein Gehäuse oder Rahmen Form für die gemeinsame innere Zellenstruktur vor, wobei die äußeren Schichten (Ober- und Unterseite) der Struktur aus Zellengehäusematerialien bestehen, die Anodenelemente umfassen. Ein Paar Stromsammelschienen kann vorgesehen sein, wie in **Fig. 1** repräsentativ für den Stand der Technik dargestellt. Sie können beispielsweise eine erste Schicht leitfähigen Polymers umfassen, das in Kontakt mit der Zellenelektrode steht. Eine zweite leitfähige Struktur (Schicht) kann vorzugsweise ein Metall, eine Metalllegierung, eine Metallfolie oder eine Kombination oder ein Gemisch davon sein, das hohe Leitfähigkeit, niedrigen Kontaktwiderstand und gute Haft Eigenschaften an der leitfähigen Polymerschicht oder dem Polymerverbund zeigt.

[0068] Eine Stromsammelschiene kann am unteren Zellengehäuse haften, während die andere Stromsammelschiene benachbart zu einer Elektrode liegt, die die Kathode der Anordnung umfasst. Somit ist eine Schicht aus Isolationsmaterial zwischen der Kathodenelektrode und der Zellengehäuseanode dargestellt. Jede Stromsammelschiene, wie dargestellt, ist sonst eine Kohleschicht, von denen jede wiederum benachbart zu einer Separatorschicht liegen kann.

[0069] **Fig. 2** stellt eine schematische Ansicht einer beispielhaften elektrochemischen Doppelschichtkondensatorvorrichtung (ECDL-Vorrichtung) dar, die gemäß der vorliegend offenbarten Technik aufgebaut ist und daher eine ECDL-Vorrichtung oder einen Puls-Superkondensator mit sehr niedrigem ESR umfasst (geeignet zum Vorsehen einer impulsfähigen Energiespeichervorrichtung). Wie gezeigt, liegt eine Separatorschicht zwischen einem Paar Elektroden mit Elektrolyt, das wiederum zwischen einem Paar Stromsammelschienen liegt. Der Elektrolyt umfasst vorzugsweise einen organischen Elektrolyten. Für eine Anzahl vorliegend offenbarter Aus-

führungsformen sind Propylencarbonat-Elektrolyten (PC-Elektrolyten) bevorzugt.

[0070] Mit einer solchen Anordnung erwies es sich als möglich, einen Kohle-Kohle-Kondensator (CC-Kondensator) vorzusehen mit den elektrischen Gesamteigenschaften: niedriger ESR von 50 bis 300 m Ω (das heißt, spezifischer Widerstand von nicht mehr als ungefähr 1,5 $\Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche und in einigen Fällen 1,3 $\Omega \cdot \text{cm}^2$ oder weniger der Elektrodenfläche), Kapazität 1 bis 10 F (das heißt, Kapazitätsdichte von mindestens etwa 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens), Leckstrom < 50 μA und Nennspannungen von 2,1 bis 4,2 V.

[0071] Für eine beispielhafte Anwendung ist konstante Leistung von 1 W mit 4 Sekunden Backup wie folgt vorgesehen:

- Angenommen ΔV (gesamt) = 1 V
- ΔV (gesamt) = $\Delta V_{\text{ESR}} + \Delta V_{\text{Kond}}$
- $\Delta V_{\text{ESR}} = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025$ V (kleiner Spannungsabfall)
- Betrieb bei 4 V, unter Verwendung von $\Delta V_{\text{Kond}} \sim 1$ V
- Geschätzt $C \sim 1$ Farad aus $I = C \cdot dV/dt$
- (Zu beachten ist, dass der Spannungsabfall aufgrund des ESR klein ist; daher ist, selbst wenn er sich verdoppelt, der Einfluss gering.)

[0072] Für eine weitere beispielhafte Anwendung umfassen elektrische Hauptparameter, die durch die vorliegend offenbarte Technik erzielt werden können, eine Kapazität von 1 F, eine Nennspannung von 4, 2 Volt, einen Nennbetriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C und einen ESR von 100 m Ω .

[0073] Der vorliegend offenbarte Gegenstand trägt dazu bei, einen Wunsch nach erhöhter Leistungsdichte zu erfüllen, teilweise indem ein organischer Elektrolyt anstelle eines wasserbasierten Elektrolyten verwendet ist, und teilweise indem eine sehr dünne Konstruktion (mit der Möglichkeit, Schichten zu stapeln) bis zu 0,5 mm (oder weniger) verwendet ist anstelle von Vorrichtungen nach dem Stand der Technik, die mehr in der Größenordnung von etwa 2 bis 3 mm liegen. Eine solche ultradünne Konstruktion mit der Möglichkeit, parallel zu Batterien geschaltet zu werden, kann die Batterielebensdauer (Nutzungsdauer) um 35% erhöhen.

[0074] Ein weiterer Vorteil des vorliegend offenbarten Gegenstands ist der relativ erhöhte Betriebstemperaturbereich. Vorzugsweise ist beispielsweise ein Elektrolyt mit einem Siedepunkt über 200°C verwendet, wie etwa bis zu 240°C . Ein bevorzugtes Beispiel enthält zumindest etwas an Propylencarbonat (PC). Wenn jemand, der den vorliegend offenbarten Gegenstand anwendet, thermisch stabile Materialien als Dichtungsmittel verwendet, sind die Elektrolyten und Anschlüsse keine Beschränkung in Hochtempe-

ratur-Betriebsbereichen. Zum Beispiel sind erhöhte Temperaturbereichsfähigkeiten bis zu 90°C bei halber Nennspannung möglich, bei Lagerfähigkeiten bei 105°C , sodass die Vorrichtung noch Form hält.

[0075] Im Allgemeinen betrifft ein Aspekt des vorliegend offenbarten Gegenstands, der auch zu seiner Fähigkeit beiträgt, Form zu halten und dabei relativ höheren Temperaturen standzuhalten, das Fertigungsverfahren. Vorteilhafterweise wird Wasser/Feuchtigkeit in sehr hohem Maße aus der Fertigungsumgebung ferngehalten. Zum Beispiel ist bekannt, dass die Lithiumoxidbatterie-Fertigung versucht, Feuchtigkeit auf 0,01 bis 0,1% zu halten, was 100 bis 1000 ppm Wasser entspricht. Jedoch ist in diesem Fall vorteilhafte Formbeständigkeit bei Wärme in Kombination mit den anderen hier offenbarten Aspekten erreicht durch Beschränken der Umgebungsfeuchtigkeit auf nur 0,001%, was 10 ppm entspricht. Bei diesem sehr niedrigen Umgebungsfeuchtigkeitsniveau ist jede Vergrößerung als Reaktion auf Betrieb an den Grenzen der vorgesehenen Wärmebereiche vernachlässigbar.

[0076] Kohle-Kohle-Kondensator-(CC-Kondensator-)Konstruktionen werden teilweise durch Verwendung sehr dünner Separatorschichten zwischen den jeweiligen Schichten erreicht. Wie gewöhnliche Fachleute aus der vollständigen vorliegenden Offenbarung verstehen werden, können weitere Ausführungsformen durch Stapeln der dünnen Kondensatoren ausgebildet werden, um wahlweise erhöhte Kapazität und/oder Spannung zu erreichen. Zum Beispiel können zwei Vorrichtungen von jeweils 2,1 Volt, in Reihe geschaltet, als Ersatz für eine Lithiumbatterie von 3,6 V wirken. Der sich ergebende ultradünne vorliegend offenbarte Gegenstand sieht so kleine Ausführungsformen vor, dass er beispielsweise aufgrund der weitgehend verringerten Maße die Möglichkeit schafft, eine Batterie in ein Zusatzgehäuse für ein Mobiltelefon zu setzen. Im Allgemeinen können die elektrochemischen Doppelschichtkondensatoren (ECDL) nach dem vorliegend offenbarten Gegenstand als Superkondensatoren oder Ultrakondensatoren dienen, um Energiespeichervorrichtungen vorzusehen, die für eine Vielfalt anderer Produktanordnungen nützlich sind. Ein weiteres Beispiel ist die Verwendung als unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Natürlich können sich verschiedene Anordnungen aus in Reihe und/oder parallel geschalteten Ausführungsformen ergeben, um Kapazität und/oder Spannung zu erhöhen, wie Fachleute verstehen werden.

[0077] Allgemein betrifft der vorliegend offenbarte Gegenstand eine ultradünne Version eines Superkondensators mit ultraniedrigem ESR, was erhöhte Leistungsdichte in einem Superkondensator durch Verwendung einer Konstruktion mit ultraniedrigem Profil unter Verwendung von organischen Elektrolyt-

materialien erzielt. Der sich ergebende Gegenstand sieht sehr dünne Vorrichtungen vor, bis zu weniger als 0,5 mm Dicke, verglichen mit typischen Standards nach dem Stand der Technik mit 2 bis 3 mm Dicke. Auch weist die neue Konstruktion weitgehend erhöhte Hochtemperaturleistung zusammen mit einer Erhöhung der Batteriegebrauchsdauer auf. Die vorliegend offenbarte, sehr dünne Konstruktion, gekoppelt mit den hochtemperaturtoleranten Materialien, und das vorliegend offenbarte Fertigungsverfahren sehen ausgezeichnete Ergebnisse für sehr niedrige ESR-Kennwerte vor. Weiter kann die Verwendung einer Ausführungsform, die einen Propylencarbonat-Elektrolyten (PC-Elektrolyten) einsetzt und Gehäusemaße von 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke aufweist, auch sehr niedrige ESR-Kennwerte vorsehen.

[0078] Bezüglich sehr niedriger ESR-Kennwerte sind Ergebnisse in der Größenordnung von weniger als 150 Milliohm in Betracht gezogen, sogar in Kombination mit Betrieb bei einer erhöhten Temperatur oder einer Lagerungstemperatur bis zu 105°C.

[0079] Fig. 3A und Fig. 3B sind Draufsicht bzw. Seitenkantenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Kondensatorvorrichtung mit organischem Elektrolyten gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand, wie sie genauer in der vorliegenden Fig. 2 gezeigt ist. Wie gezeigt, betragen die beispielhaften Gehäusemaße der Einzelzellenanordnung 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke, und zu dem Gehäuse gehört ein Paar Anschlüsse. Fig. 3C stellt eine Ähnlichkeit der beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand der Fig. 3A und Fig. 3B dar.

[0080] Fig. 4A und Fig. 4B sind Draufsicht bzw. Seitenkantenansicht einer weiteren, beispielhaften Ausführungsform einer Kondensatorvorrichtung mit organischem Elektrolyten gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand und stellen ein angeordnetes Paar Zellen einer Konstruktion dar, wie sie genauer in der vorliegenden Fig. 2 gezeigt ist. Wie gezeigt, betragen die beispielhaften Gehäusemaße der Doppel-(Zwillings-)Zellenanordnung 50 mm Länge \times 80 mm Breite \times 0,5 mm Dicke, und zu der Ausführungsform gehören zwei Paare von Anschlüssen. Fig. 4C stellt eine Ähnlichkeit der beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand der Fig. 4A und Fig. 4B dar.

[0081] Fig. 5, Fig. 6 und Fig. 7 sind Kurven beispielhaften Last-Zeitverlaufs bei Raumtemperatur (bei 2, 8 V Last) im Vergleich zur prozentualen Änderung von Ersatzreihenwiderstand (ESR), Kapazität und Leckstrom für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand. Wie gezeigt, decken die Kurven Prüfzeiten von mehr als 4000 Stunden ab, um Zuverlässigkeitsprüfungsdaten

zu zeigen. Die wiedergegebenen Daten zeigen gute wirtschaftliche Leistung in allen geprüften Kategorien. Ein zusätzlicher Aspekt der Zuverlässigkeitsprüfung besteht, wie gewöhnliche Fachleute verstehen werden, darin, dass die Prüfspannung ($2,8 V_T$) absichtlich sehr viel höher ist als die Nennspannung ($2,1 V_R$). Ein solcher Ansatz beim Prüfen zeigt deutlich, dass die Prüflinge als robust betrachtet werden, weil gewöhnliche Fachleute verstehen, dass elektrochemische Vorrichtungen in der Praxis typischerweise bei Nennspannung oder niedriger verwendet werden. Somit sollen vorliegende Prüfspannungen (wie etwa $2,8 V_T$) keine höhere Nennspannung (wie etwa $2,1 V_R$) ableiten lassen.

[0082] Fig. 8 und die Grafik stellen Zuverlässigkeitsprüfungsdaten (über einer 4000-Stunden-Achse) für beispielhaften Lager-Zeitverlauf bei jeweiligen Temperaturen von 75°C, 85°C bzw. 105°C für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand dar. Die Daten von Fig. 8 geben prozentuale Änderung des ESR an, während Fig. 9 prozentuale Änderung der Kapazität angibt. Wie gezeigt, zeigt der vorliegend offenbarte Gegenstand gute Leistung, sogar bei Betrieb in erweiterten Temperaturbereichen.

[0083] Fig. 10 ist eine Kurve beispielhaften Last-Zeitverlaufs im Vergleich zur prozentualen Änderung des Leckstroms für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand. Messwerte liegen wieder aus Sicht von Zuverlässigkeitsprüfungsdaten vor und geben Betrieb bei einer Temperatur von 70°C und 2,2 V Last an. Fig. 11 und Fig. 12 sind ähnliche Kurven, umfassen jedoch Angaben bei Betrieb bei einer Temperatur von 50°C und 2,5 V Last. Die Kurven von Fig. 11 und Fig. 12 geben auch insbesondere prozentuale Änderungen von Kapazität bzw. Leckstrom an.

[0084] Fig. 13, Fig. 14 und Fig. 15 stellen grafisch verschiedene elektrische Eigenschaften über der Temperatur für eine beispielhafte Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand dar. Fig. 13 stellt aufgetragene prozentuale Änderungen des ESR dar und zeigt, dass ab 0°C und darüber der ESR innerhalb von etwa $\pm 50\%$ des Werts bei Raumtemperatur gehalten ist, sodass ein sehr niedriger ESR über einen weiten Temperaturbereich erzielt ist. Fig. 14 stellt Änderungen der Kapazität dar und zeigt eine Änderung von nur etwa $\pm 25\%$ über einen Bereich von -40°C bis 70°C. Fig. 15 zeigt auch stabile Leckstromeigenschaften über den angegebenen Temperaturbereich.

[0085] Fig. 16 bis Fig. 19 stellen grafisch zugehörige Daten bezüglich Spannungszyklusprüfung einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand unter Verwendung einer Prüfanordnung aus Frequenzgenerator und Leis-

tungsverstärker dar. Insbesondere betreffen **Fig. 16** und **Fig. 17** Prüfung mit einer beispielhaften GSM-Wellenform, während **Fig. 18** und **Fig. 19** Prüfung mit einer beispielhaften Dreiecks-Wellenform betreffen. Die angegebene Muster-GSM-Wellenform betrifft eine GSM-Rechteckwelle von 217 Hz mit Tastzyklus 25%, gezeigt über einen Prüfbereich von 1,4 V bis 2,8 V. Die angegebene Muster-Dreieckswellenform gibt eine Dreieckswelle von 0,1 Hz wieder, ebenfalls über einen Prüfbereich von 1,4 V bis 2,8 V.

[0086] Genauer zeigt **Fig. 16** sowohl Spannung als auch Strom über der Zeit für die beispielhafte GSM-Welle, was bei einer mit einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand durchgeführten Spannungszyklusprüfung verwendet werden kann, während **Fig. 17** Ausdauerleistung als beispielhafte prozentuale Änderung des ESR über eine Million Zyklen der Prüfwellenform aufzeichnet. **Fig. 18** zeigt Spannung über der Zeit für die beispielhafte Dreiecks-Welle, was bei einer mit einer beispielhaften Ausführungsform gemäß dem vorliegend offenbarten Gegenstand durchgeführten Spannungszyklusprüfung verwendet werden kann, während **Fig. 19** Ausdauerleistung als beispielhafte prozentuale Änderung des ESR über 150000 Zyklen der Prüfwellenform aufzeichnet. Sowohl **Fig. 17** als auch **Fig. 19** geben nur allgemein vernachlässigbare Änderungen der ESR-Leistung über der Ausdauerzyklusprüfung wieder.

[0087] In Summe kann eine beispielhafte Ausführungsform des vorliegend offenbarten Gegenstands beispielhafte Gehäusemaße von 50 mm Länge × 40 mm Breite × 0,5 mm Dicke umfassen, wobei ein Paar Anschlüsse zu dem Gehäuse gehört (siehe vorliegende **Fig. 3A** und **Fig. 3B**), und vorzugsweise zumindest etwas an Propylencarbonat-(PC-)Elektrolyt verwenden. Eine solche beispielhafte Ausführungsform kann eine Nennspannung (V_n) von 2,1 Volt und eine Kapazität von 2,1 F/cm³ aufweisen. Sie kann gute Leistung bei 90°C und Betrieb bei 0,5 Nennspannung vorsehen. Gleichzeitig kann sie Aufblähen vermeiden und Maßhaltigkeit sogar bei bis zu 105°C Lagerungstemperatur beibehalten, während sie auch niedrigen ESR von 150 Milliohm und ein normalisiertes Verhältnis ESR/Kap von etwa 72 Milliohm/cm³/F beibehält.

[0088] Insgesamt sind die vorliegend offenbarten Ausführungsformen in der Lage, ausgezeichnete Hochleistungspulsfähigkeiten zu zeigen, zusammen mit niedrigen Leckströmen über einer Kapazitätsdichte von mehr als etwa 10 F/cm³ aktiven Elektrodenolumens. Die Prüfdaten zeigen auch erweiterte Temperaturbereichsleistung, einschließlich nicht auftretender Verschlechterung bei halben Nennspannungen bei erhöhten Temperaturen und beibehaltenen Lager-Zeitverläufs bei relativ höheren Temperaturen (wie etwa 105°C).

[0089] Während der vorliegend offenbarte Gegenstand mit Bezug auf spezifische Ausführungsformen davon genau beschrieben ist, ist zu beachten, dass Fachleute, nachdem sie das Vorstehende verstanden haben, die vorliegend offenbarte Technik leicht für Änderungen oder Erweiterungen, Abwandlungen und/oder Äquivalente dieser Ausführungsformen anpassen können. Dementsprechend besteht der Umfang der vorliegenden Offenbarung eher als Beispiel denn als Einschränkung, und der Gegenstand der Offenbarung schließt nicht die Einbeziehung solcher Änderungen, Abwandlungen und/oder Ergänzungen zum vorliegend offenbarten Gegenstand aus, die jemandem mit gewöhnlichem Fachwissen offensichtlich wären.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 6576365 [0063]

Patentansprüche

1. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung, umfassend:

ein Paar jeweiliger innerer Elektroden mit Elektrolyt; eine Separatorschicht zwischen den besagten jeweiligen Elektroden;

ein Paar jeweiliger Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der besagten Stromsammelschienen außerhalb jeder der besagten Elektroden befindet; und

ein Gehäuse, das die besagten Stromsammelschienen umgibt und ein jeweiliges Paar von Anschlüssen aufweist, die jeweils mit den besagten Stromsammelschienen verbunden sind;

wobei der Inhalt des Gehäuses eine Dicke hinunter bis weniger als 0,5 Millimeter aufweist.

2. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach Anspruch 1, wobei das besagte Gehäuse einen Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm aufweist.

3. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der besagte Elektrolyt einen organischen Elektrolyten umfasst.

4. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach beliebigen der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthält.

5. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach beliebigen der Ansprüche 1 bis 4, wobei:

das besagte Gehäuse einen Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm aufweist und die besagte Vorrichtung einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa $1,5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C aufweist.

6. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach beliebigen der Ansprüche 1 bis 5, weiter umfassend eine Vielzahl der besagten Vorrichtungen als vielfache Zellen, die in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sind, die in Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sind.

7. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach beliebigen der Ansprüche 1 bis 6, wobei:

die besagte Vorrichtung eine Vielzahl von dem besagten Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und dem besagten Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem besagten Gehäuse, enthält; und das besagte Gehäuse eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweist.

8. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach beliebigen der Ansprüche 1 bis 7, wobei:

der besagte Elektrolyt einen organischen Elektrolyten umfasst; und

die besagte Vorrichtung einen elektrochemischen Doppelschichtkondensator (ECDL) mit einer Kapazitätsdichte von mindestens ungefähr 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens umfasst.

9. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach Anspruch 8, wobei:

der besagte Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweist;

das besagte Gehäuse weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthält; und

der besagte Kondensator einen Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung von bis zu 90°C aufweist.

10. Ultradünne elektrochemische Energiespeichervorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei:

der besagte organische Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthält; und

das besagte Gehäuse Maße von etwa 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke aufweist und Maßhaltigkeit bei bis zu etwa 105°C Lagerungstemperatur beibehält, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 m Ω beibehalten ist.

11. Ultradünner Superkondensator mit ultraniedrigem ESR, umfassend:

ein Paar jeweiliger innerer Elektroden mit organischem Elektrolyten;

eine ultradünne Separatorschicht zwischen den besagten jeweiligen Elektroden;

ein Paar jeweiliger Mehrschicht-Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der besagten Stromsammelschienen außerhalb jeder der besagten Elektroden befindet; und

ein Gehäuse, das die besagten Stromsammelschienen umgibt und ein jeweiliges Paar von Anschlüssen aufweist, die jeweils mit den besagten Stromsammelschienen verbunden sind;

wobei der Inhalt des besagten Gehäuses eine Dicke hinunter bis weniger als 0,5 Millimeter und einen Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm aufweist, und

der besagte Superkondensator einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa $1,5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche, eine Kapazitätsdichte von mindestens etwa 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C aufweist.

12. Superkondensator nach Anspruch 11, wobei der besagte Superkondensator einen Kohle-/Kohle-Doppelschichtkondensator mit einer Nennspannung von 4,2 Volt und einem Betriebstemperaturbereich

bei halber Nennspannung von -40°C bis 90°C umfasst.

13. Superkondensator nach Anspruch 11 oder 12, wobei der besagte organische Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthält.

14. Superkondensator nach beliebigen der Ansprüche 11 bis 13, weiter umfassend eine Vielzahl der besagten Superkondensatoren, die als vielfache Zellen angeordnet sind, die in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sind.

15. Superkondensator nach Anspruch 14, wobei die besagten Stapel vielfacher Zellen in einer Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sind.

16. Superkondensator nach beliebigen der Ansprüche 11 bis 15, wobei:
die besagte Vorrichtung eine Vielzahl von dem besagten Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und dem besagten Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem besagten Gehäuse, enthält; und
das besagte Gehäuse eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweist.

17. Superkondensator nach beliebigen der Ansprüche 11 bis 16, wobei:
der besagte Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweist;
das besagte Gehäuse weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthält; und
der besagte Superkondensator einen Temperaturbereich bei halber Nennspannung von bis zu 90°C aufweist.

18. Superkondensator nach beliebigen der Ansprüche 11 bis 17, wobei das besagte Gehäuse Maße von etwa 50 mm Länge \times 40 mm Breite \times 0,5 mm Dicke aufweist und Maßhaltigkeit bei bis zu etwa 105°C Lagerungstemperatur beibehält, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 m Ω beibehalten ist.

19. Verfahren zur Fertigung einer ultradünnen elektrochemischen Energiespeichervorrichtung, umfassend:
Vorsehen eines Paares jeweiliger innerer Elektroden mit Elektrolyt, mit einer Separatorschicht zwischen solchen jeweiligen Elektroden;
Vorsehen eines Paares jeweiliger Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der solchen Stromsammelschienen außerhalb jeder der solchen Elektroden befindet; und
Umgeben solcher Stromsammelschienen mit einem Gehäuse mit einem jeweiligen Paar von Anschlüssen, die jeweils mit solchen Stromsammelschienen verbunden sind;

wobei der Inhalt eines solchen Gehäuses eine Dicke hinunter bis weniger als 0,5 Millimeter aufweist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das besagte Verfahren in einer kontrollierten Umgebung mit einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm durchgeführt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, wobei der besagte Elektrolyt einen organischen Elektrolyten umfasst.

22. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 19 bis 21, wobei der besagte Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthält.

23. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 19 bis 22, wobei:
das besagte Verfahren in einer kontrollierten Umgebung mit einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm durchgeführt wird; und
die besagte Vorrichtung einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa 1,5 $\Omega\cdot\text{cm}^2$ der Elektrodenfläche und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C aufweist.

24. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 19 bis 23, weiter umfassend das Anordnen einer Vielzahl der besagten Vorrichtungen als vielfache Zellen, die in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sind, die in einer Reihen- oder Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sind, um wahlweise eine gewünschte Kapazität und/oder einen gewünschten Betriebsspannungspegel zu erreichen.

25. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 19 bis 24, wobei:
die besagte Vorrichtung eine Vielzahl von dem besagten Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und dem besagten Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem Gehäuse, enthält; und
das besagte Gehäuse eine Dicke von 0,5 Millimetern bis 5,0 Millimetern aufweist.

26. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 19 bis 25, wobei:
der besagte Elektrolyt einen organischen Elektrolyten umfasst; und
die besagte Vorrichtung einen elektrochemischen Doppelschichtkondensator (ECDL) mit einer Kapazitätsdichte von mindestens ungefähr 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens umfasst.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei:
der besagte Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweist;
das besagte Gehäuse weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthält; und

der besagte Kondensator einen Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung von bis zu 90°C aufweist.

28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, wobei: der besagte organische Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthält; und das besagte Gehäuse Maße von etwa 50 mm Länge × 40 mm Breite × 0,5 mm Dicke aufweist und Maßhaltigkeit bei bis zu etwa 105°C Lagerungstemperatur beibehält, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 mΩ beibehalten ist.

29. Verfahren zum Herstellen eines ultradünnen Superkondensators mit ultraniedrigem ESR, umfassend:

Vorsehen eines Paares jeweiliger innerer Elektroden mit organischem Elektrolyten mit einer ultradünnen Separatorschicht zwischen solchen jeweiligen Elektroden;

Vorsehen eines Paares jeweiliger Mehrschicht-Stromsammelschienen, wobei sich jeweils eine der solchen Stromsammelschienen außerhalb jeder der solchen Elektroden befindet; und

Umgeben der solchen Stromsammelschienen mit einem Gehäuse mit einem jeweiligen Paar von Anschlüssen, die jeweils mit den solchen Stromsammelschienen verbunden sind;

wobei der Inhalt des besagten Gehäuses eine Dicke hinunter bis weniger als 0,5 Millimeter aufweist und das besagte Verfahren in einer kontrollierten Umgebung mit einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht mehr als ungefähr 10 ppm durchgeführt wird, und

der besagte Superkondensator einen spezifischen Widerstand von nicht mehr als etwa $1,5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ der Elektrodenfläche, eine Kapazitätsdichte von mindestens etwa 10 Farad pro cm^3 aktiven Elektrodenvolumens und einen Nenn-Betriebstemperaturbereich von -40°C bis 70°C aufweist.

30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei der besagte Superkondensator einen Kohle-/Kohle-Doppelschichtkondensator mit einer Nennspannung von 4,2 Volt und einem Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung von -40°C bis 90°C umfasst.

31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, wobei der besagte organische Elektrolyt zumindest etwas an Propylencarbonat enthält.

32. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 29 bis 31, weiter umfassend einer Vielzahl der besagten Superkondensatoren, die als vielfache Zellen angeordnet sind, die in einer Vielzahl von Stapeln positioniert sind, um wahlweise eine gewünschte Kapazität und/oder einen gewünschten Betriebsspannungsspiegel zu erzielen.

33. Verfahren nach Anspruch 32, wobei die besagten Stapel vielfacher Zellen in einer Reihen- oder

Parallelschaltung oder Kombinationen davon angeordnet sind, um hybride Sätze einer Batterie oder von Batterien, kombiniert mit einem Kondensator oder mehreren Kondensatoren, in einem einzigen integrierten Produkt zu schaffen.

34. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 29 bis 33, wobei:

die besagte Vorrichtung eine Vielzahl von dem besagten Paar innerer Elektroden, Separatorschicht und dem besagten Paar Stromsammelschienen, umgeben von dem besagten Gehäuse, enthält; und das besagte Gehäuse eine Dicke von 0,5 Millimeter bis 5,0 Millimeter aufweist.

35. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 29 bis 34, wobei:

der besagte Elektrolyt einen Siedepunkt über 200°C aufweist;

das besagte Gehäuse weiter thermisch stabile Dichtmaterialien enthält; und

der besagte Superkondensator einen Betriebstemperaturbereich bei halber Nennspannung von bis zu 90°C aufweist.

36. Verfahren nach beliebigen der Ansprüche 31 bis 35, wobei das besagte Gehäuse Maße von etwa 50 mm Länge × 40 mm Breite × 0,5 mm Dicke aufweist und Maßhaltigkeit bei bis zu etwa 105°C Lagerungstemperatur beibehält, während auch ein sehr niedriger ESR bis hinunter zu etwa 150 mΩ beibehalten ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

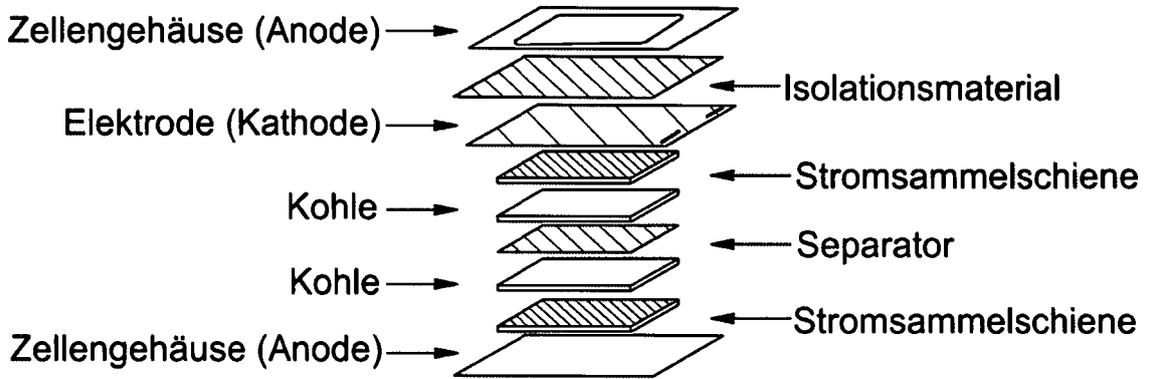


FIG. 1

(Stand der Technik)

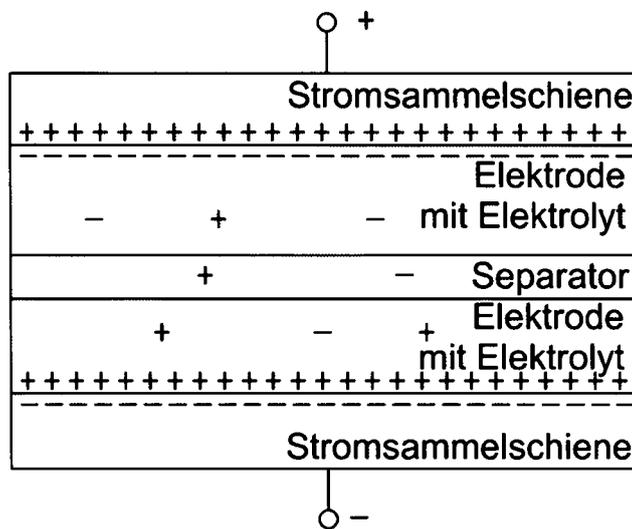


FIG. 2

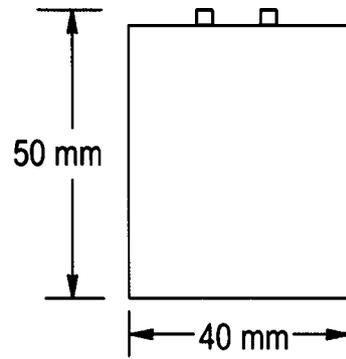


FIG. 3A

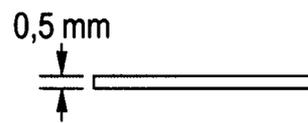


FIG. 3B

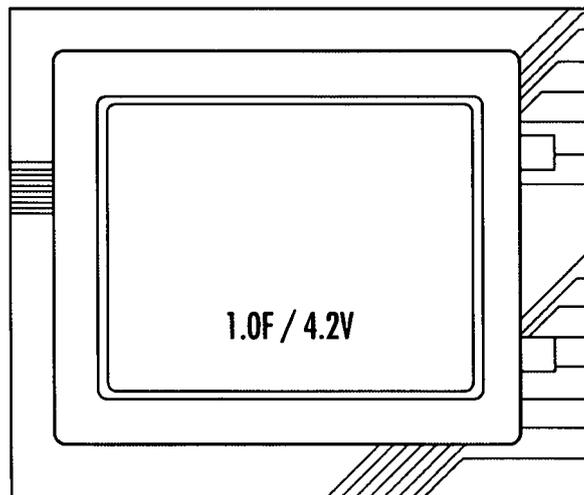


FIG. 3C

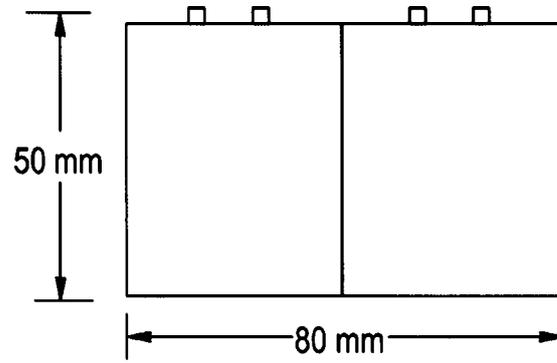


FIG. 4A

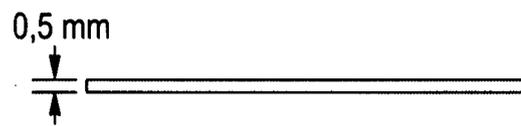


FIG. 4B

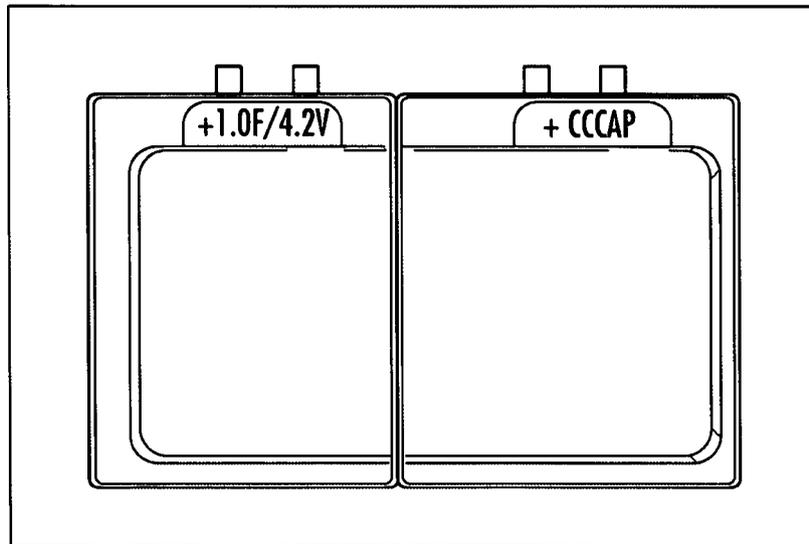


FIG. 4C

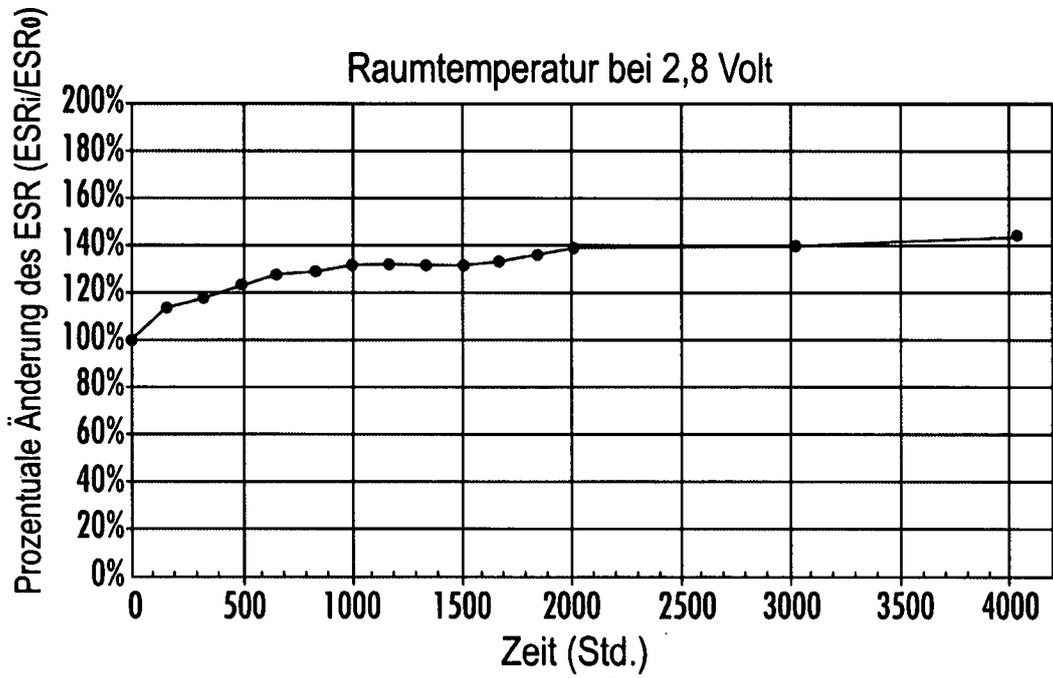


FIG. 5

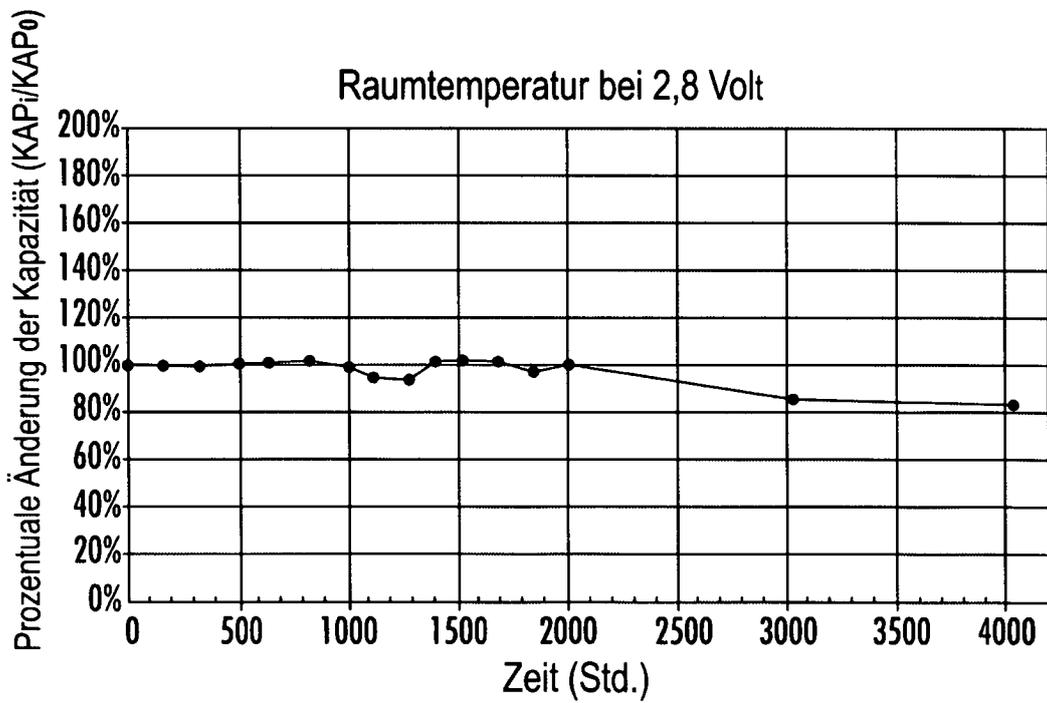
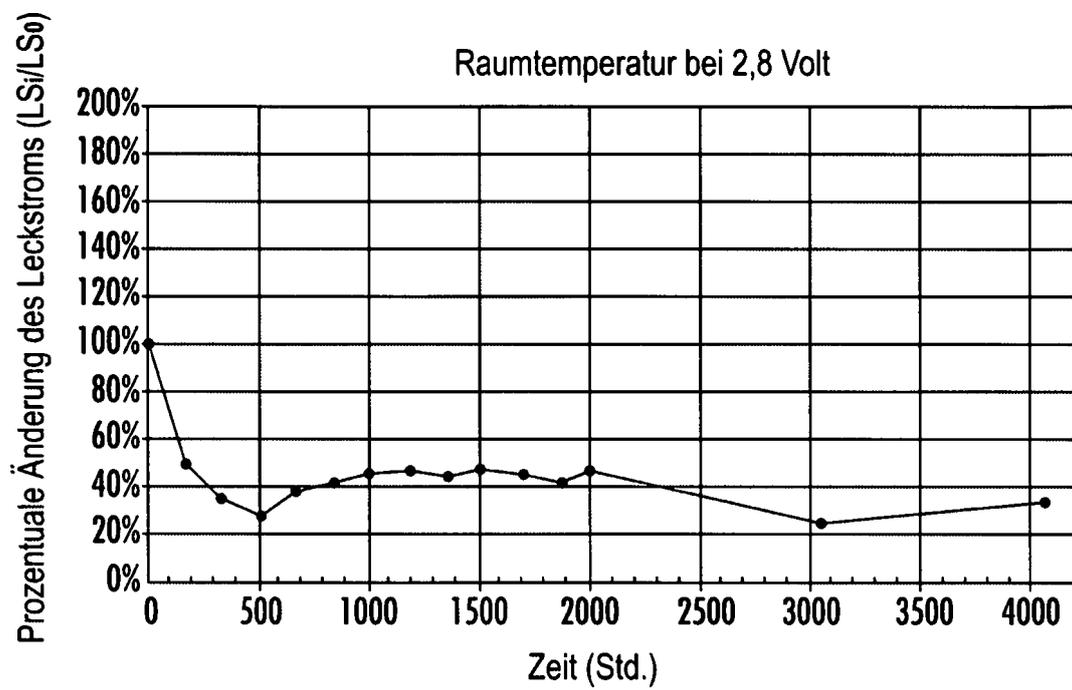


FIG. 6

**FIG. 7**

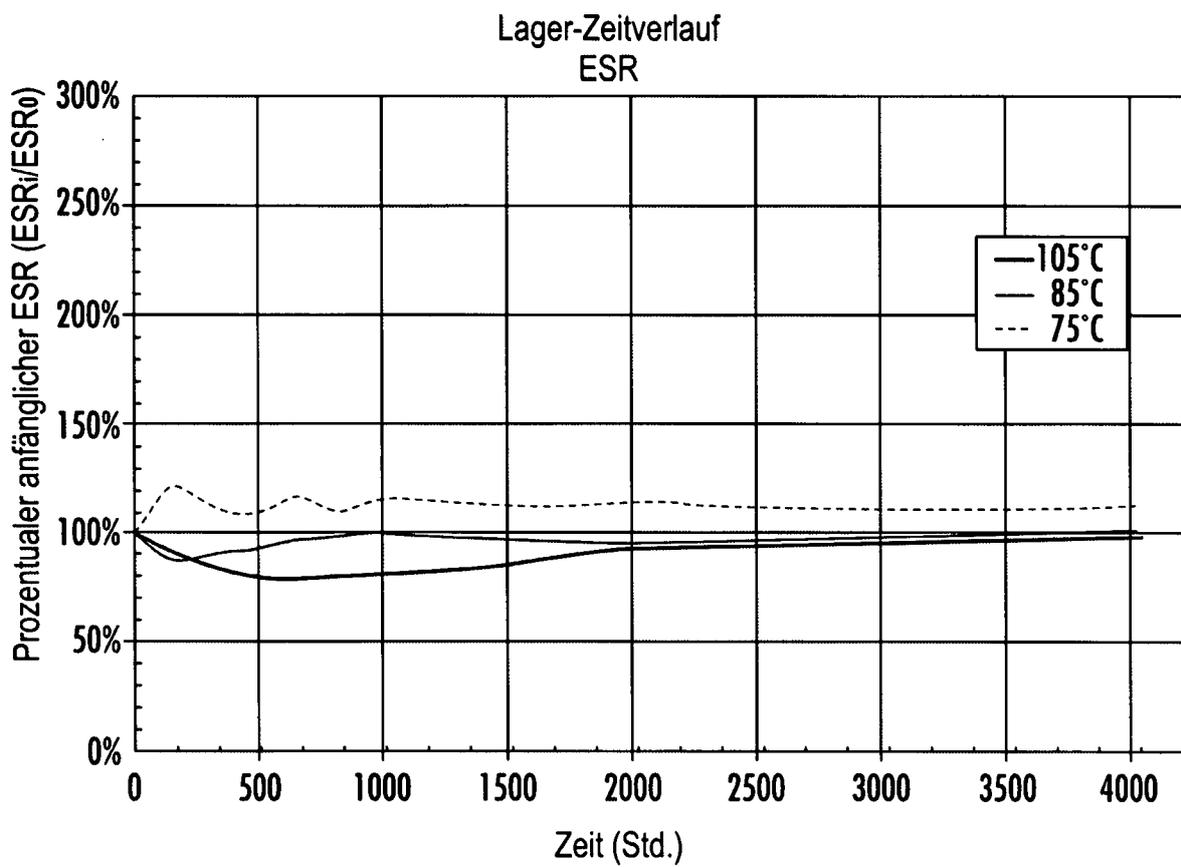


FIG. 8

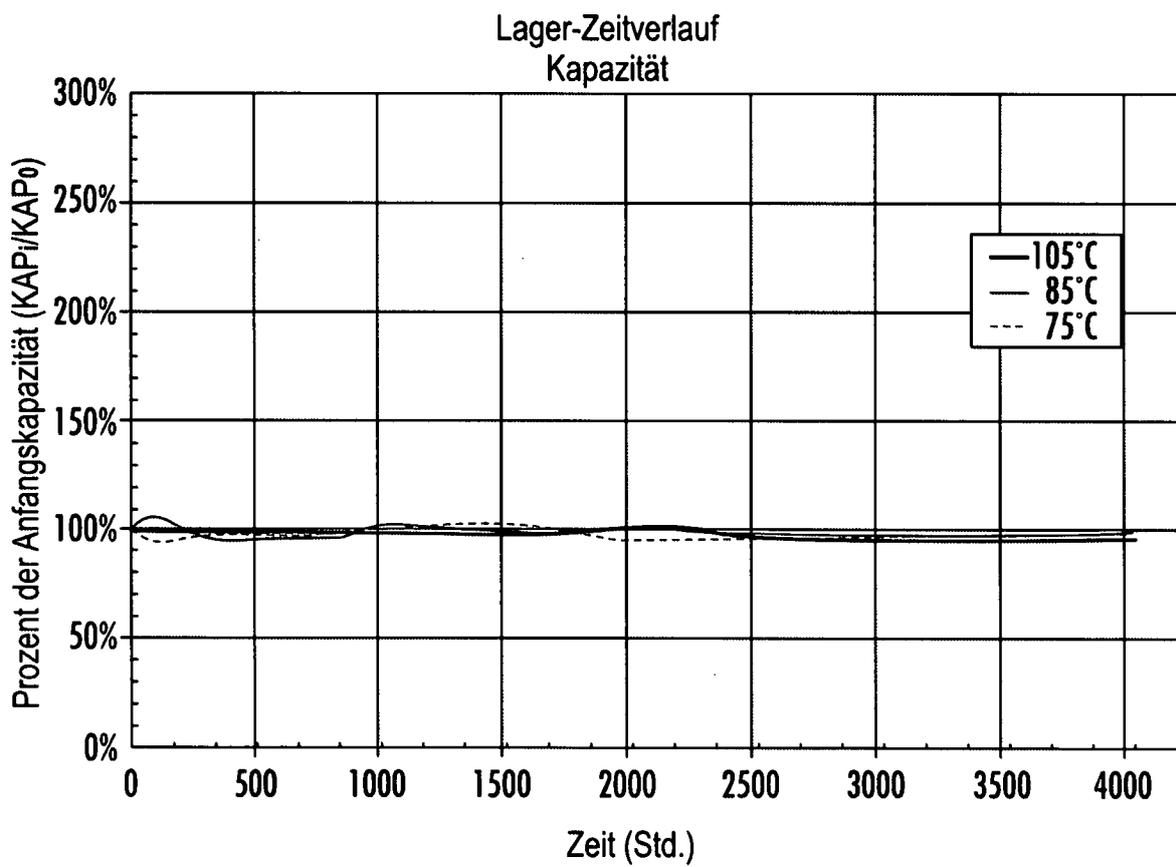


FIG. 9

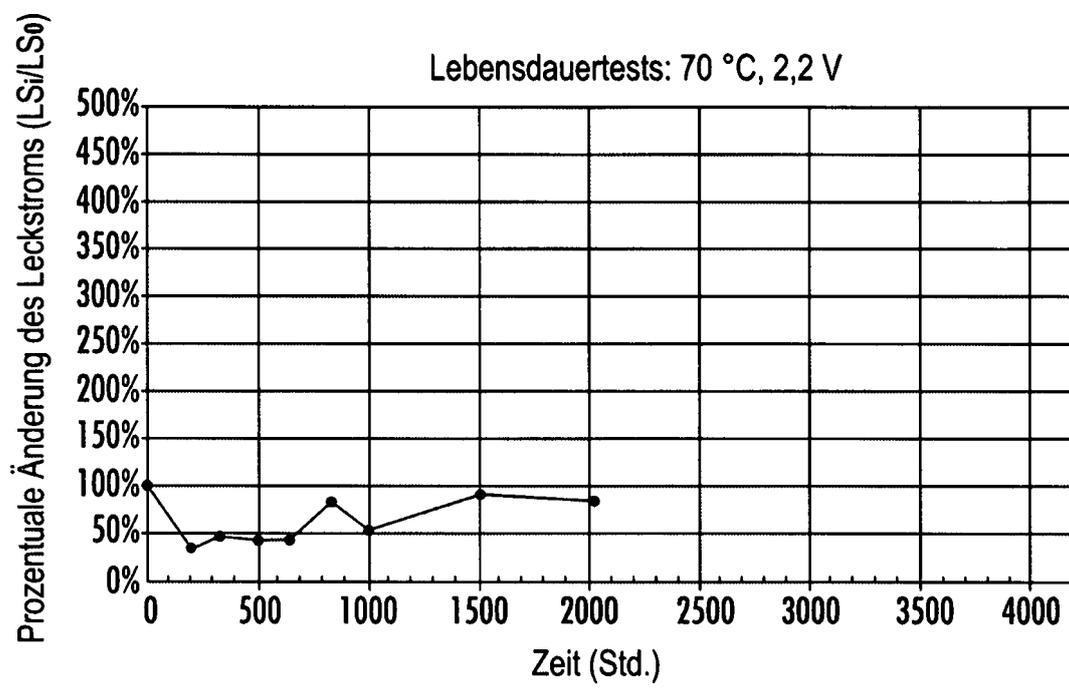


FIG. 10

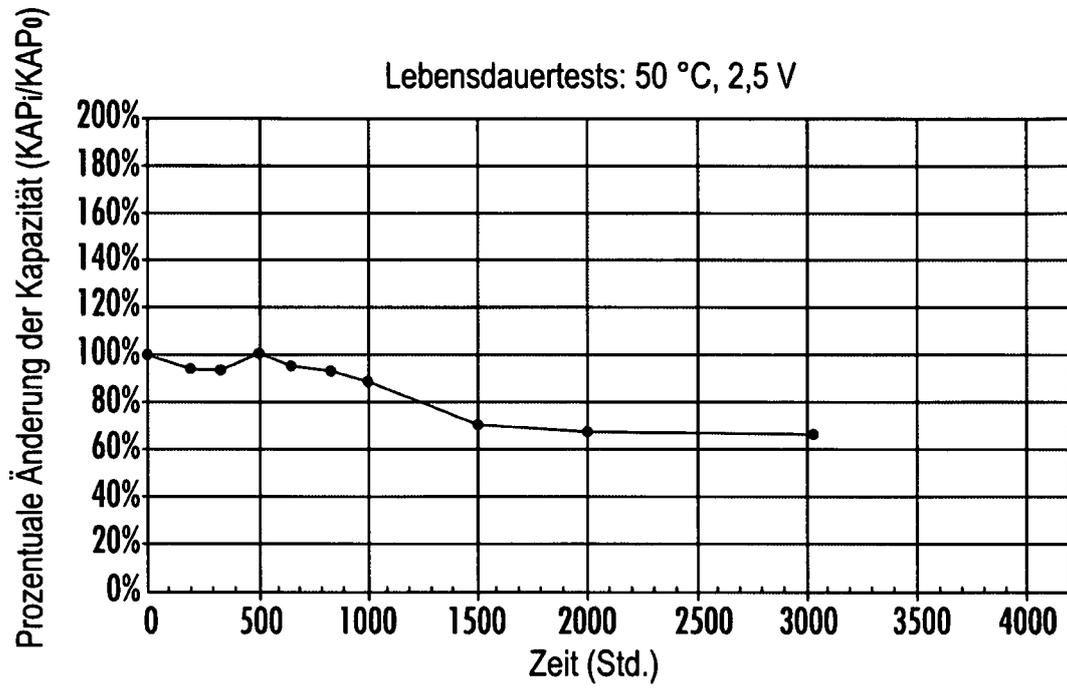


FIG. 11

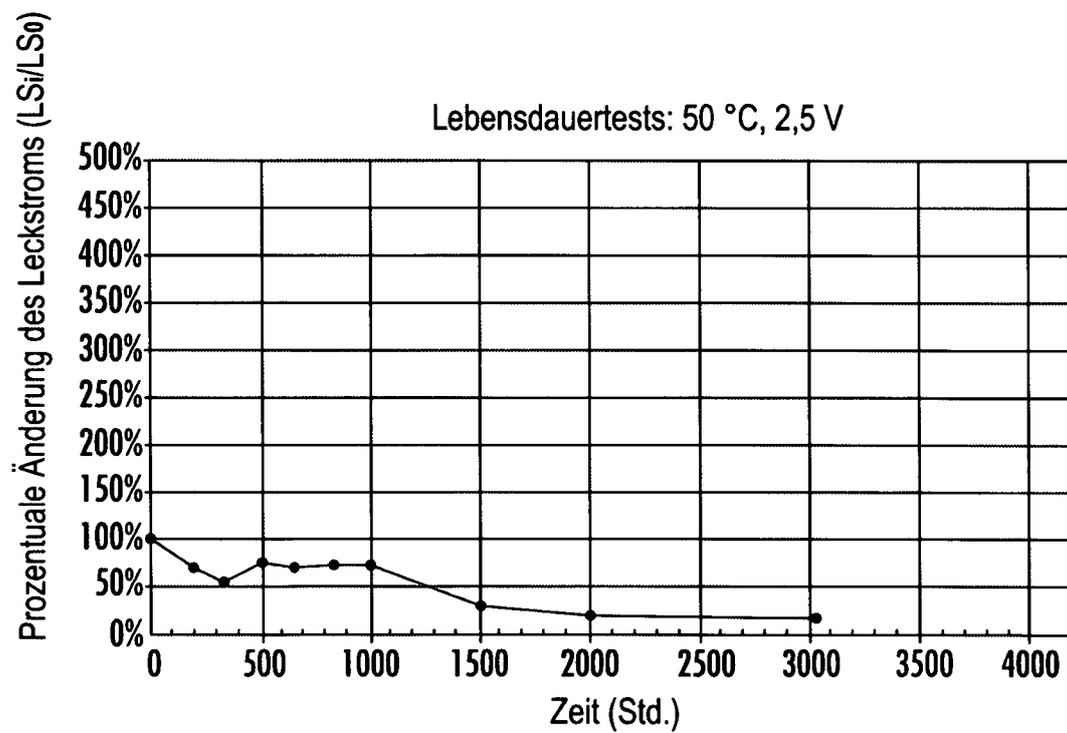


FIG. 12

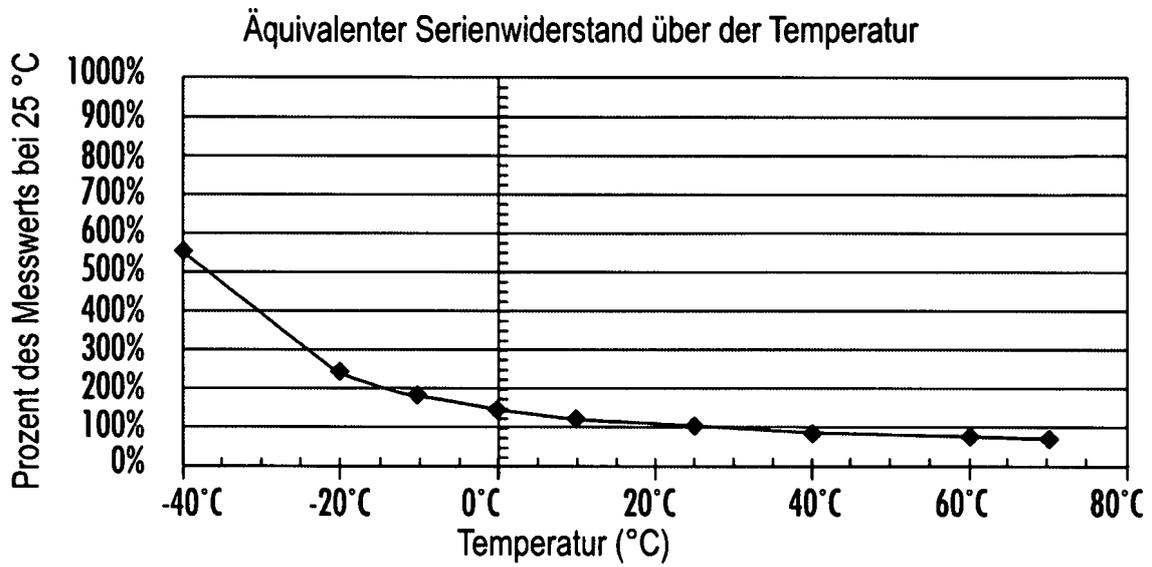


FIG. 13

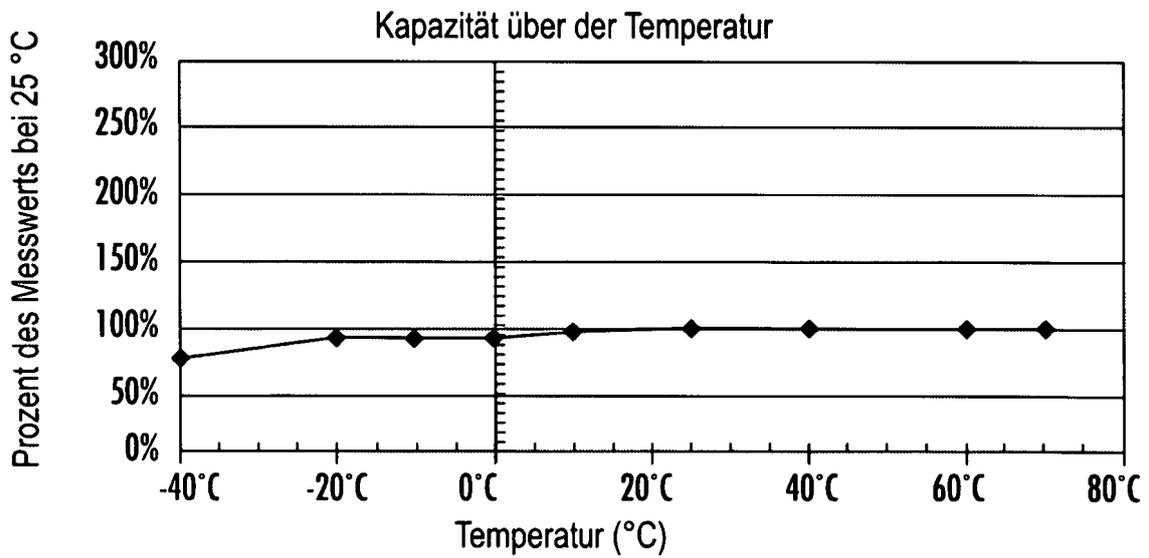


FIG. 14

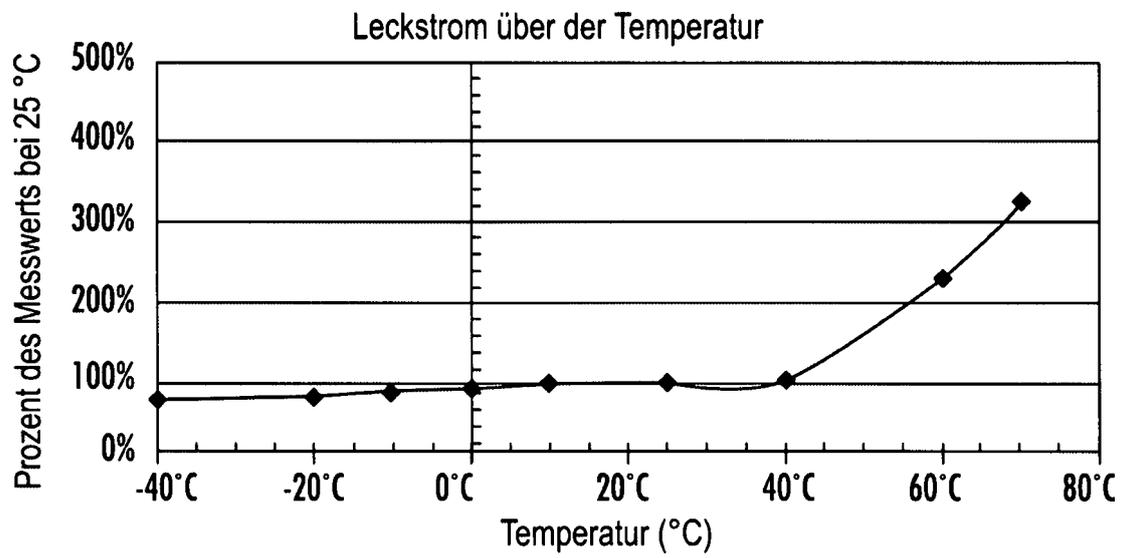


FIG. 15

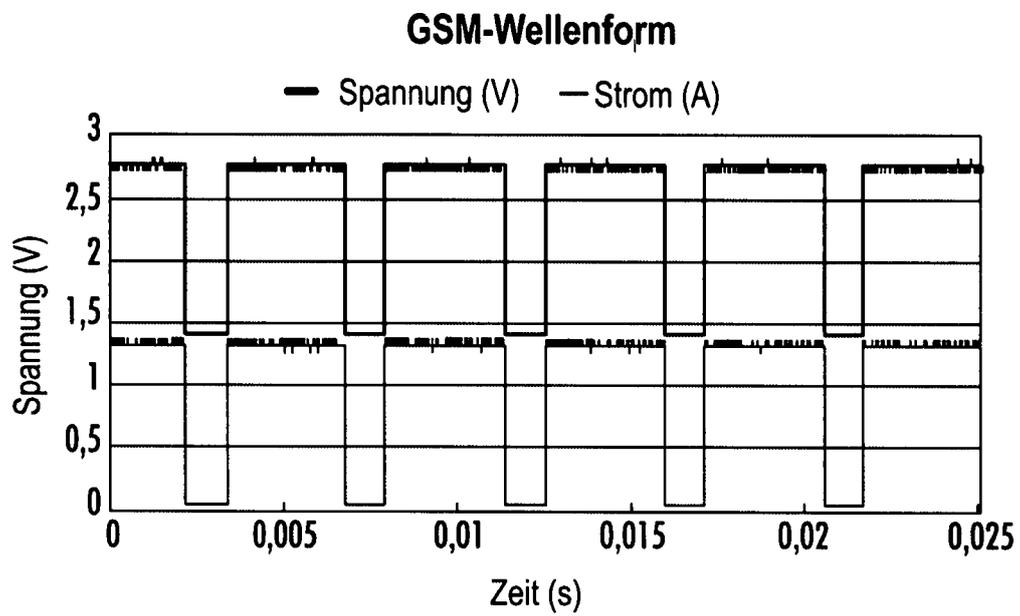


FIG. 16

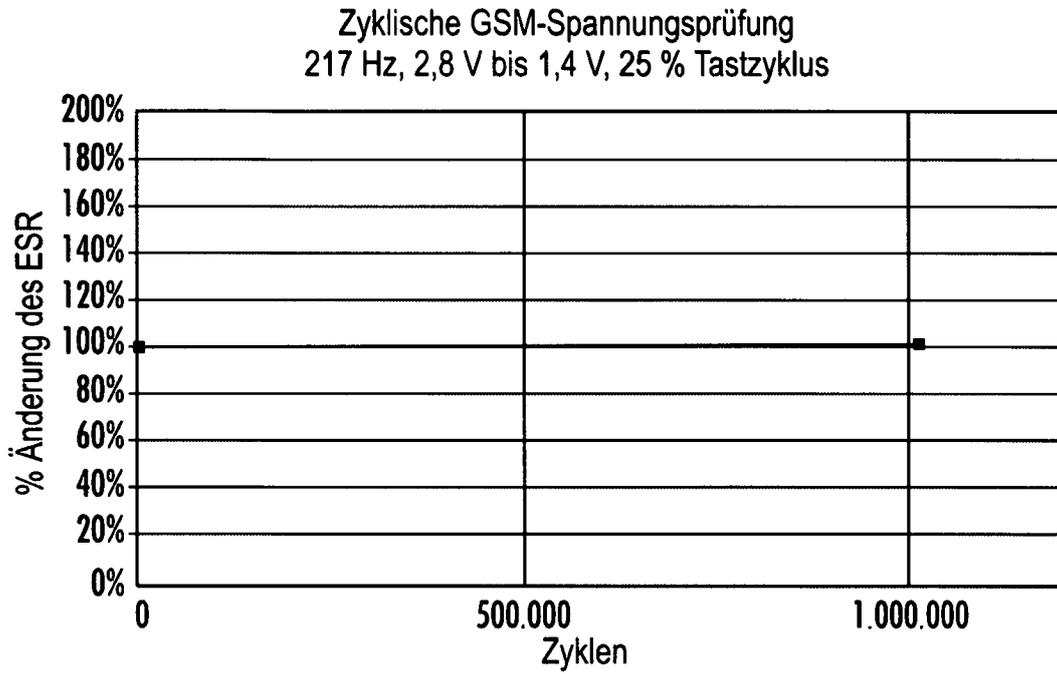


FIG. 17

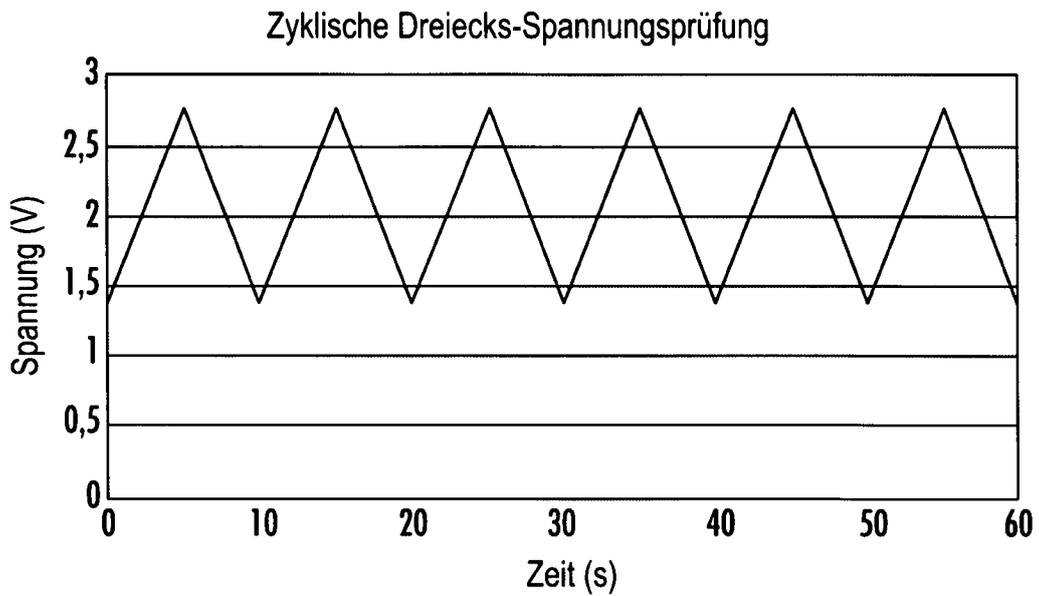


FIG. 18

Zyklische Spannungsprüfung, 2,8 V bis 1,4 V
0,1 Hz Dreieckswelle

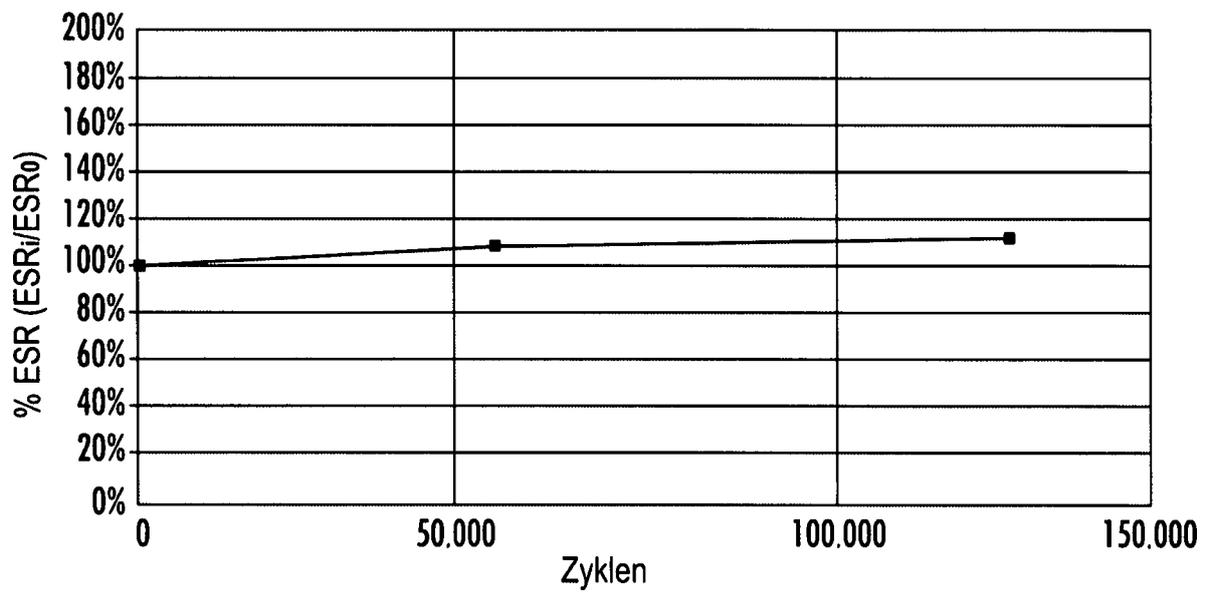


FIG. 19