



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 027 173 A1** 2010.03.11

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 027 173.2**

(22) Anmeldetag: **24.06.2009**

(43) Offenlegungstag: **11.03.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01G 9/15** (2006.01)

**H01G 9/032** (2006.01)

**H05K 1/18** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**12/206,186 08.09.2008 US**

(71) Anmelder:

**AVX Corporation, Myrtle Beach, S.C., US**

(74) Vertreter:

**Canzler & Bergmeier, Patentanwälte, 85055  
Ingolstadt**

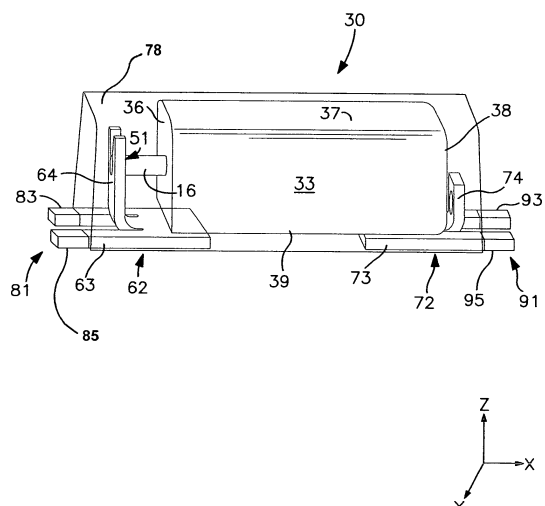
(72) Erfinder:

**Zednicek, Stanislav, Lanskroun, CZ; Marek,  
Ladislav, Lanskroun, CZ**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Kondensator mit festem Elektrolyten zum Einbetten in eine Leiterplatte**

(57) Zusammenfassung: Ein Elektrolytkondensator wird vorgestellt, der so gestaltet ist, dass er in eine Leiterplatte eingebettet wird. Der Elektrolytkondensator enthält ein Kondensatorelement, Anoden- und Katodenanschlüsse und ein Gehäuse, welches das Kondensatorelement ein kapselt und zumindest einen Teilbereich der Anoden- und Katodenanschlüsse frei lässt, die von gegenüberliegenden Enden des Gehäuses nach außen ragen. Jeder der Anschlüsse besitzt eine obere Fläche, die zum Kondensatorelement weist, und eine untere Fläche, die vom Kondensatorelement weg weist. Im Gegensatz zu herkömmlichen Elektrolytkondensatoren zur Oberflächenmontage werden die oberen Flächen dieser freiliegenden Teilbereiche der Anoden- und Katodenanschlüsse an der Leiterplatte montiert. Auf diese Weise kann der Kondensator im Wesentlichen "kopfstehend" montiert werden, so dass ein Teil oder die Gesamtheit seiner Dicke in die Leiterplatte selbst eingebettet und dadurch das Höhenprofil des Kondensators auf der Leiterplatte minimiert wird.



## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

**[0001]** Kondensatoren mit festem Elektrolyten (z. B. Tantalkondensatoren) haben einen großen Beitrag zur Miniaturisierung von elektronischen Schaltungen geleistet und die Anwendung solcher Schaltungen in extremen Umgebungen ermöglicht. Viele herkömmliche Kondensatoren mit festem Elektrolyten sind mit J-förmigen Anschlüssen gestaltet, die zur Oberflächenmontage auf einer Leiterplatte geeignet sind. Diese Anschlüsse befinden sich an den Enden des Kondensators und vergrößern dadurch seine Gesamtlänge. Daher muss, wenn eine Anzahl dieser Kondensatoren auf einer Leiterplatte Seite an Seite montiert wird, der Abstand so groß gemacht werden, dass ein Kurzschließen vermieden wird; dies verhindert eine dicht gepackte Montage der Kondensatoren. Es wurden auch Kondensatoren entwickelt, bei denen die Anschlüsse vor allem am Boden angeordnet sind – auch als „Face-Down“-Anschlüsse bekannt. Jedoch schränkt immer noch die Höhe dieser Kondensatoren die Miniaturisierung ein, wenn sie auf der Leiterplatte montiert werden, insbesondere bei relativ größeren Gehäuseformen.

**[0002]** Daher bleibt der Bedarf für einen Kondensator mit festem Elektrolyten bestehen, der in der Lage ist, bei der Montage auf einer Leiterplatte eine hohe Packungsdichte zu erreichen.

### Zusammenfassung der Erfindung

**[0003]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Kondensator mit festem Elektrolyten offengelegt, der ein Kondensatorelement enthält, das eine obere Fläche, eine untere Fläche, eine vordere Fläche und eine hintere Fläche definiert. Das Kondensatorelement enthält eine Anode, eine dielektrische Schicht, welche die Anode überzieht, und eine Katode, welche die dielektrische Schicht überzieht, wobei die Katode einen festen Elektrolyten enthält sowie ein Anodenleitungsdraht elektrisch mit der Anode verbunden ist. Der Kondensator umfasst auch einen Anodenanschluss, der elektrisch mit dem Anodenleitungsdraht verbunden ist, und einen Katodenanschluss, der elektrisch mit der Katode verbunden ist. Der Anodenanschluss enthält einen ersten Bestandteil, der im Wesentlichen parallel zur unteren Fläche des Kondensatorelements liegt, und der Katodenanschluss enthält einen zweiten Bestandteil, der im Wesentlichen parallel zur unteren Fläche des Kondensatorelements liegt. Weiter umfasst der Kondensator ein Gehäuse, welches das Kondensatorelement einkapselt und mindestens einen Teil des ersten Bestandteils und des zweiten Bestandteils frei lässt. Die freiliegenden Teilbereiche des ersten Bestandteils und des zweiten Bestandteils liegen im Wesentlichen koplanar, ragen von dem Ge-

häuse nach außen und definieren eine obere Fläche, die zu einer oberen Fläche des Kondensatorelements weist, bzw. eine gegenüberliegende untere Fläche, die von der oberen Fläche des Kondensatorelements weg weist. Die oberen Flächen des ersten Bestandteils und des zweiten Bestandteils sind so ausgebildet, dass sie auf einer Leiterplatte zu montieren sind.

**[0004]** Gemäß einer anderen Ausführung der vorliegenden Erfindung wird eine Leiterplatte offen gelegt, die ein Substrat umfasst, das eine Montagefläche definiert, auf der gegenüberliegende leitfähige Elemente angeordnet sind. Eine eingelassene Öffnung ist in der Montagefläche zwischen den leitfähigen Elementen hergestellt. Weiter enthält die Leiterplatte einen Kondensator mit festem Elektrolyten, der einen Anodenanschluss und einen Katodenanschluss enthält, die vom Kondensator in einer im Wesentlichen koplanaren Beziehung nach außen ragen. Die Anoden- und Katodenanschlüsse sind elektrisch mit jeweiligen leitfähigen Elementen verbunden, so dass der Kondensator in die eingelassene Öffnung eingebettet ist.

**[0005]** Andere Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden nachstehend detaillierter dargelegt.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0006]** Eine vollständige und erhellende Darlegung der vorliegenden Erfindung einschließlich deren bester Form, die sich an jemanden mit gewöhnlichem Fachwissen richtet, erfolgt genauer im Rest der Spezifikation, einschließlich Bezug auf die beigefügten Figuren, in denen:

**[0007]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht einer Ausführung des Elektrolytkondensators der vorliegenden Erfindung ist;

**[0008]** [Fig. 2](#) eine Schnittansicht einer Ausführung des Elektrolytkondensators der vorliegenden Erfindung ist, in der er auf einer Leiterplatte montiert gezeigt wird;

**[0009]** [Fig. 3](#) eine Draufsicht des in [Fig. 2](#) gezeigten Kondensators ist;

**[0010]** [Fig. 4](#) eine Ansicht von unten des in [Fig. 2](#) gezeigten Kondensators ist; und

**[0011]** [Fig. 5](#) eine perspektivische Ansicht einer anderen Ausführungsform des Elektrolytkondensators der vorliegenden Erfindung ist;

**[0012]** Der wiederholte Gebrauch von Referenzzeichen in der vorliegenden Spezifikation und in den Zeichnungen soll dieselben oder analoge Merkmale oder Elemente der vorliegenden Erfindung darstel-

len.

Detaillierte Beschreibung repräsentativer Ausführungsformen

**[0013]** Es ist von jemandem mit gewöhnlichem Fachwissen zu verstehen, dass die vorliegende Diskussion nur eine Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen ist und nicht als Beschränkung der breiteren Aspekte der vorliegenden Erfindung gedacht ist.

**[0014]** Allgemein ausgedrückt, bezieht sich die vorliegende Erfindung auf einen Elektrolytkondensator, der so gestaltet ist, dass er in eine Leiterplatte eingebettet werden kann. Der Elektrolytkondensator enthält ein Kondensatorelement, Anoden- und Katodenanschlüsse und ein Gehäuse, welches das Kondensatorelement einkapselt und zumindest einen Teilbereich der Anoden- und Katodenanschlüsse frei lässt, die von gegenüberliegenden Enden des Gehäuses nach außen ragen. Jeder der Anschlüsse besitzt eine obere Fläche, die zum Kondensatorelement weist, und eine untere Fläche, die vom Kondensatorelement weg weist. Im Gegensatz zu herkömmlichen Elektrolytkondensatoren zur Oberflächenmontage werden die oberen Flächen dieser freiliegenden Bereiche der Anoden- und Katodenanschlüsse an der Leiterplatte montiert. Auf diese Weise kann der Kondensator im Wesentlichen „kopfstehend“ montiert werden, so dass ein Teil oder die Gesamtheit seiner Dicke in die Leiterplatte selbst eingebettet und dadurch das Höhenprofil des Kondensators auf der Leiterplatte minimiert wird.

**[0015]** Die Anode kann aus einer Ventilmetzallzusammensetzung gebildet sein, die eine hohe spezifische Ladung, wie ungefähr 5 000  $\mu\text{F}\cdot\text{V}/\text{g}$  oder mehr, in manchen Ausführungen ungefähr 25 000  $\mu\text{F}\cdot\text{V}/\text{g}$  oder mehr, in manchen Ausführungen ungefähr 40 000  $\mu\text{F}\cdot\text{V}/\text{g}$  oder mehr und in manchen Ausführungen ungefähr 70 000  $\mu\text{F}\cdot\text{V}/\text{g}$  bis ungefähr 200 000  $\mu\text{F}\cdot\text{V}/\text{g}$  oder mehr hat. Die Ventilmetzallzusammensetzung enthält ein Ventilmetzall (d. h. ein Metalle, das oxidiert werden kann) oder eine auf einem Ventilmetzall basierende Verbindung, wie etwa Tantal, Niob, Aluminium, Hafnium, Titan, Legierungen davon, Oxide davon, Nitride davon und so weiter. Zum Beispiel kann die Ventilmetzallzusammensetzung ein elektrisch leitfähiges Oxid von Niob, wie etwa Nioboxid, enthalten, das ein Atomverhältnis von Niob zu Sauerstoff von  $1:1,0 \pm 1,0$ , in einigen Ausführungen  $1:1,0 \pm 0,3$ , in einigen Ausführungen  $1:1,0 \pm 0,1$  und in einigen Ausführungen  $1:1,0 \pm 0,05$  besitzt. Zum Beispiel kann das Nioboxid  $\text{NbO}_{0,7}$ ,  $\text{NbO}_{1,0}$ ,  $\text{NbO}_{1,1}$  und  $\text{NbO}_2$  sein. In einer bevorzugten Ausführung enthält die Zusammensetzung  $\text{NbO}_{1,0}$ , ein leitfähiges Nioboxid, das selbst nach dem Sintern bei hohen Temperaturen chemisch stabil bleiben kann. Beispiele für solche Ventilmetzalloxide sind in den US-Patenten Nr. 6,322,912 an Fife;

6,391,275 an Fife et al.; 6,416,730 an Fife et al.; 6,527,937 an Fife; 6,576,099 an Kimmel et al.; 6,592,740 an Fife et al.; 6,639,787 an Kimmel et al. und 7,220,397 an Kimmel et al. sowie den US-Patentanmeldungen Nr. 2005/0019581 an Schnitter; 2005/0103638 an Schnitter et al. und 2005/0013765 an Thomas et al. beschrieben, die hier in ihrer Gesamtheit für alle Zwecke als Referenz mit aufgenommen werden.

**[0016]** Zum Ausbilden der Anode können allgemein herkömmliche Herstellungsverfahren verwendet werden. In einer Ausführung wird zunächst ein Tantal- oder Nioboxid-Pulver ausgewählt, das eine bestimmte Teilchengröße hat. Zum Beispiel können die Teilchen flockig, kantig, knollenförmig und Mischungen oder Abwandlungen davon sein. Die Teilchen weisen auch typischerweise eine Siebgrößenverteilung von mindestens etwa 60 mesh, in einigen Ausführungen von etwa 60 (ca. 0,27 mm) bis etwa 325 mesh und in einigen Ausführungen von etwa 100 (ca. 0,16 mm) bis etwa 200 mesh auf. Weiter beträgt die spezifische Oberfläche etwa 0,1 bis etwa 10,0  $\text{m}^2/\text{g}$ , in einigen Ausführungen etwa 0,5 bis etwa 5,0  $\text{m}^2/\text{g}$  und in einigen Ausführungen etwa 1,0 bis etwa 2,0  $\text{m}^2/\text{g}$ . Der Begriff „spezifische Oberfläche“ bezieht sich auf die Oberfläche, die mit dem Verfahren der physikalischen Gasadsorption (B. E. T.) nach Braunauer, Emmet und Teller, Journal of American Chemical Society, Bd. 60, 1938, S. 309, mit Stickstoff als Adsorptionsgas bestimmt wird. Ebenso liegt die Massendichte (oder Scott-Dichte) zwischen etwa 0,1 und etwa 5,0  $\text{g}/\text{cm}^3$ , in einigen Ausführungen zwischen etwa 0,2 und etwa 4,0  $\text{g}/\text{cm}^3$  und in einigen Ausführungen zwischen etwa 0,5 und etwa 3,0  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

**[0017]** Zur Erleichterung der Ausbildung der Anode können den elektrisch leitfähigen Teilchen andere Bestandteile zugefügt werden. Zum Beispiel können die elektrisch leitfähigen Teilchen wahlfrei mit einem Bindemittel und/oder Gleitmittel vermischt werden, um zu gewährleisten, dass die Teilchen ausreichend aneinander haften, wenn sie zum Ausbilden des Anodenkörpers gepresst werden. Geeignete Bindemittel können Kampfer, Stearin- und andere seifige Fettsäuren, Carbowax (Union Carbide), Glyptal (General Electric), Polyvinylalkohole, Naphthalin, Pflanzenwachs und Mikrowachse (aufgereinigte Paraffine) sein. Das Bindemittel kann in einem Lösungsmittel gelöst und verteilt sein. Zu beispielhaften Lösungsmitteln können Wasser, Alkohole und so weiter gehören. Wenn sie eingesetzt werden, kann der Prozentsatz der Binde- und/oder Gleitmittel von ungefähr 0,1% bis ungefähr 8% des Gewichts der Gesamtmasse variieren. Es sollte jedoch verstanden werden, dass in der vorliegenden Erfindung Binde- und Gleitmittel nicht erforderlich sind.

**[0018]** Das resultierende Pulver kann mit einer beliebigen herkömmlichen Pulver-Pressform verdichtet

werden. Zum Beispiel kann die Pressform eine Verdichtungspressen mit einer Station sein, bei der eine Pressform und ein oder mehrere Stempel benutzt werden. Alternativ dazu können Verdichtungs-Pressformen vom Amboss-Typ benutzt werden, bei denen nur eine Pressform und ein einziger Unterstempel benutzt werden. Verdichtungspressen mit Einzelstation stehen in verschiedenen Grundtypen zur Verfügung, wie z. B. Nocken-, Kniehebelpressen und Exzenter-/Kurbel-Pressen mit unterschiedlichen Eigenschaften, wie einfach wirkend, doppelt wirkend, mit gleitender Pressform, beweglicher Platte, entgegengewirkendem Kolben, Schrauben-, Schlag-, Heißpressen, Prägen oder Maßprägen. Das Pulver kann um einen Anodenleitungsdraht verdichtet werden (z. B. einen Tantal-Draht). Es muss weiterhin erkannt werden, dass der Anodenleitungsdraht alternativ dazu nach dem Pressen und/oder Sintern des Anoden-Körpers am Anoden-Körper befestigt (z. B. geschweißt) werden kann. Nach dem Pressen können alle Binde-/Gleitmittel entfernt werden, indem der Pressling im Vakuum mehrere Minuten auf eine bestimmte Temperatur erhitzt wird (z. B. ungefähr 150°C bis ungefähr 500°C). Alternativ können die Binde-/Gleitmittel auch entfernt werden, indem der Pressling mit einer wässrigen Lösung in Kontakt gebracht wird, zum Beispiel wie in dem Bishop et al. erteilten US-Patent Nr. 6,197,252 beschrieben, das hier für alle Zwecke in seiner Gesamtheit als Referenz mit aufgenommen wird. Danach wird der Pressling gesintert, um eine poröse, ganzheitliche Masse zu bilden. Zum Beispiel kann in einer Ausführung der Pressling bei einer Temperatur von ungefähr 1200°C bis ungefähr 2000°C und in einigen Ausführungen von ungefähr 1500°C bis ungefähr 1800°C im Vakuum oder in einer inerten Atmosphäre gesintert werden. Beim Sintern schrumpft der Pressling, weil Bindungen zwischen den Teilchen wachsen. Zusätzlich zu den oben beschriebenen Techniken kann auch jedes andere Verfahren zum Ausbilden des Anodenkörpers gemäß der vorliegenden Erfindung benutzt werden, wie z. B. in dem US-Patent 4,085,435 an Galvagni, 4,945,452 an Sturmer et al., 5,198,968 an Galvagni, 5,357,399 an Salisbury, 5,394,295 an Galvagni et al., 5,495,386 an Kulkarni und 6,322,912 an Fife beschrieben, die hier für alle Zwecke in ihrer Gesamtheit als Referenz mit aufgenommen werden.

**[0019]** Obwohl nicht erforderlich, kann die Dicke der Anode gewählt werden, um die elektrische Leistungsfähigkeit des Kondensators zu verbessern. Zum Beispiel kann die Dicke der Anode ungefähr 4 Millimeter oder weniger betragen, in manchen Ausführungen ungefähr 0,05 bis ungefähr 2 Millimeter und in manchen Ausführungen ungefähr 0,1 bis ungefähr 1 Millimeter. Auch die Form der Anode kann gewählt werden, um die elektrischen Eigenschaften des resultierenden Kondensators zu verbessern. Zum Beispiel kann die Anode eine Form haben, die bogenförmig, sinusförmig, rechteckig, U-förmig,

V-förmig, usw. ist. Die Anode kann auch eine „gerillte“ Form haben, die eine oder mehrere Rillen, Fugen, Furchen oder Einbuchtungen enthält, um das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen zu erhöhen und dadurch den ESR zu minimieren und den Frequenzgang der Kapazität zu erweitern. Solche „gerillten“ Anoden werden zum Beispiel in den US-Patenten Nr. 6,191,936 an Webber et al., 5,949,639 an Maeda et al. und 3,345,545 an Bourgault et al. sowie in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. 2005/0270725 an Hahn et al. beschrieben, die hier für alle Zwecke in ihrer Gesamtheit als Referenz mit aufgenommen werden.

**[0020]** Nach der Ausbildung kann die Anode anodisch oxidiert werden, so dass eine dielektrische Schicht über und/oder innerhalb der Anode gebildet wird. Anodisches Oxidieren ist ein elektrochemischer Prozess, mit dem die Anode oxidiert wird, um ein Material zu bilden, das eine relativ hohe Dielektrizitätskonstante hat. Zum Beispiel kann eine Anode aus Niobiumoxid (NbO) anodisch oxidiert werden, um Niobiumpentoxid (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) zu bilden. Typischerweise wird das anodische Oxidieren durchgeführt, indem anfänglich ein Elektrolyt an die Anode gebracht wird, wie etwa durch Tauchen der Anode in den Elektrolyten. Der Elektrolyt liegt im Allgemeinen in Form einer Flüssigkeit, wie einer Lösung (z. B. wässrig oder nicht-wässrig), einer Dispersion, einer Schmelze usw. vor. Allgemein wird im Elektrolyten ein Lösungsmittel verwendet, wie etwa Wasser (z. B. entionisiertes Wasser), Ether (z. B. Diethylether und Tetrahydrofuran), Alkohole (z. B. Methanol, Ethanol, N-Propanol, Isopropanol und Butanol), Triglyceride, Ketone (z. B. Aceton, Methylethylketon und Methylisobutylketon), Ester (z. B. Ethylacetat, Butylacetat, Diethylen-Glycoletheracetat und Methoxypropylacetat), Amide (z. B. Dimethylformamid, Dimethylacetamid, Dimethylcapryl-/caprin-Fettsäureamid und N-Alkylpyrrolidone), Nitrile (z. B. Acetonitril, Propionitril, Butyronitril und Benzonitril), Sulfoxide oder Sulfone (z. B. Dimethylsulfoxid (DMSO) und Sulfolan) und so weiter. Das Lösungsmittel kann zwischen etwa 50 Gew.-% und etwa 99,9 Gew.-%, in einigen Ausführungsformen zwischen etwa 75 Gew.-% und etwa 99 Gew.-% und in einigen Ausführungsformen zwischen etwa 80 Gew.-% und etwa 95 Gew.-% des Elektrolyten ausmachen. Obwohl nicht unbedingt erforderlich, ist die Verwendung eines wässrigen Lösungsmittels (z. B. Wasser) oft erwünscht, um die Bildung des angestrebten Oxids zu erleichtern. Tatsächlich kann Wasser etwa 50 Gew.-% oder mehr, in einigen Ausführungsformen etwa 70 Gew.-% oder mehr und in einigen Ausführungsformen zwischen etwa 90 Gew.-% und 100 Gew.-% der (des) im Elektrolyten verwendeten Lösungsmittel(s) ausmachen.

**[0021]** Der Elektrolyt ist ionisch leitfähig und kann eine ionische Leitfähigkeit von ungefähr 1 Millisimens pro Zentimeter („mS/cm“) oder mehr haben, in

einigen Ausführungsformen ungefähr 30 mS/cm oder mehr und in einigen Ausführungsformen zwischen ungefähr 40 mS/cm und ungefähr 100 mS/cm, bestimmt bei einer Temperatur von 25°C. Um die ionische Leitfähigkeit des Elektrolyten zu erhöhen, kann eine Verbindung verwendet werden, die in der Lage ist, in dem Lösungsmittel zu dissoziieren, um Ionen zu bilden. Für diesen Zweck geeignete ionische Verbindungen können zum Beispiel sein: Säuren, wie Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Polyphosphorsäure, Borsäure, Boronsäure usw., organische Säuren, darunter Carbonsäuren, wie Acrylsäure, Methacrylsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Salicylsäure, Sulfosalicylsäure, Adipinsäure, Maleinsäure, Apfelsäure, Ölsäure, Gallussäure, Weinsäure, Zitronensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Glycolsäure, Oxasäure, Propionsäure, Phthalsäure, Isophthalsäure, Glutarsäure, Gluconsäure, Milchsäure, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Itaconsäure, Trifluoressigsäure, Barbitursäure, Zimtsäure, Benzoesäure, 4-Hydroxybenzoesäure, Aminobenzoesäure usw., Sulfonsäuren, wie Methansulfonsäure, Benzolsulfonsäure, Toluolsulfonsäure, Trifluormethansulfonsäure, Styrolsulfonsäure, Naphthalindisulfonsäure, Phenolsulfonsäure, Dodecylsulfonsäure, Dodecylbenzolsulfonsäure usw., polymere Säuren, wie Poly-Acryl- oder Poly-Methacrylsäure und deren Copolymere (z. B. Malein-Acryl-, Sulfon-Acryl- und Styrol-Acryl-Copolymere), Carageensäure, Carboxymethylcellulose, Alginsäure usw. Die Konzentration ionischer Verbindungen wird so gewählt, dass die gewünschte ionische Leitfähigkeit erreicht wird. Zum Beispiel kann eine Säure (z. B. Phosphorsäure) zwischen ungefähr 0,01 Gew.-% und ungefähr 5 Gew.-%, in einigen Ausführungsformen zwischen ungefähr 0,05 Gew.-% und ungefähr 0,8 Gew.-% und in einigen Ausführungsformen zwischen ungefähr 0,1 Gew.-% und ungefähr 0,5 Gew.-% des Elektrolyten ausmachen. Auf Wunsch können im Elektrolyten auch Mischungen von ionischen Verbindungen verwendet werden.

**[0022]** Ein Strom wird durch den Elektrolyten geschickt, um die dielektrische Schicht zu bilden. Der Wert der Spannung bestimmt die Dicke der dielektrischen Schicht. Die Stromversorgung kann zum Beispiel anfangs auf einen galvanostatischen Modus eingestellt werden, bis die erforderliche Spannung erreicht ist. Danach wird die Stromversorgung auf einen potentiostatischen Modus umgeschaltet, um sicherzustellen, dass sich die gewünschte Dicke des Dielektrikums auf der Oberfläche der Anode bildet. Natürlich können auch andere bekannte Verfahren verwendet werden, wie etwa Pulsverfahren oder schrittweise potentiostatische Verfahren. Die Spannung liegt typischerweise im Bereich von etwa 4 bis ungefähr 200 Volt und in einigen Ausführungen von etwa 9 bis ungefähr 100 Volt. Während der anodischen Oxidation kann der Elektrolyt auf einer erhöhten Temperatur gehalten werden, wie etwa 30°C oder

mehr, in einigen Ausführungsformen zwischen etwa 40°C und etwa 200°C und in manchen Ausführungsformen zwischen etwa 50°C und etwa 100°C. Die anodische Oxidation kann auch bei Raumtemperatur oder darunter erfolgen. Die resultierende dielektrische Schicht kann auf einer Oberfläche der Anode und in ihren Poren gebildet werden.

**[0023]** Sobald die dielektrische Schicht ausgebildet ist, kann optional eine Schutzschicht aufgebracht werden, wie z. B. aus einem relativ isolierenden harzartigen Material (natürlich oder synthetisch). Dieses Material kann einen spezifischen Widerstand von mehr als ungefähr 10  $\Omega$ -cm, in manchen Ausführungen von mehr als ungefähr 100  $\Omega$ -cm, in manchen Ausführungen von mehr als ungefähr 1000  $\Omega$ -cm, in manchen Ausführungen von mehr als ungefähr  $1 \times 10^5$   $\Omega$ -cm, und in manchen Ausführungen von mehr als ungefähr  $1 \times 10^{10}$   $\Omega$ -cm haben. Einige harzartige Materialien, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, schließen, ohne aber darauf beschränkt zu sein, Polyurethan, Polystyrol, Ester von ungesättigten oder gesättigten Fettsäuren (z. B. Glyceride) und so weiter ein. Geeignete Ester von Fettsäuren sind zum Beispiel Ester der Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Elaeostearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Aleuritinsäure, Shellolsäure, und so weiter, sind aber nicht darauf beschränkt. Es hat sich herausgestellt, dass diese Ester von Fettsäuren besonders nützlich sind, wenn sie in relativ komplexen Kombinationen verwendet werden, um ein „Trocknungs-Öl“ zu bilden, das es erlaubt, den resultierenden Film schnell in eine stabile Schicht zu polymerisieren. Solche Trocknungs-Öle können Mono-, Di- und/oder Tri-Glyceride enthalten, die ein Glycerol-Gerüst mit einem, zwei, bzw. drei Fettsäure-Resten haben, die verestert sind. Einige geeignete Trocknungs-Öle, die benutzt werden können, sind zum Beispiel Olivenöl, Leinöl, Rizinusöl, Tungöl, Sojaöl und Schellack, sind aber nicht darauf beschränkt. Diese und andere Schutzschicht-Materialien werden detaillierter in dem Fife, et al. erteilten US-Patent Nr. 6,674,635 beschrieben, das hier in seiner Gesamtheit für alle Zwecke als Referenz mit aufgenommen wird.

**[0024]** Das anodisch oxidierte Teil wird anschließend einem Schritt zur Herstellung einer Katode unterworfen, die einen festen Elektrolyten, wie etwa Mangandioxid, leitfähiges Polymer usw. enthält. Ein fester Elektrolyt aus Mangandioxid kann zum Beispiel durch pyrolytische Zerlegung von Magannitrat ( $Mn(NO_3)_2$ ) hergestellt werden. Solche Verfahren werden zum Beispiel im Sturmer et al. erteilten US-Patent Nr. 4,945,452 beschrieben, das hier in seiner Gesamtheit für alle Zwecke als Referenz mit aufgenommen wird. Alternativ kann eine Beschichtung aus leitfähigem Polymer verwendet werden, die ein oder mehrere Polyheterozyklen (z. B. Polypyrrole, Polythiophene, Poly(3,4-Ethylendioxyd-Thiophen

(PEDT), Polyaniline), Polyacetylene, Poly-p-Phenylene, Polyphenolate und deren Derivate enthält. Darüber hinaus kann, falls gewünscht, die Beschichtung aus leitfähigem Polymer auch aus mehreren leitfähigen Polymerschichten ausgebildet werden. Zum Beispiel kann in einer Ausführungsform die leitfähige Polymerkatode eine aus PEDT geformte Schicht und eine weitere, aus einem Polypyrrol geformte Schicht enthalten.

**[0025]** Es können verschiedene Verfahren angewendet werden, um die Beschichtung aus leitfähigem Polymer auf dem Anodenteil aufzubringen. Zum Beispiel können herkömmliche Verfahren, wie Elektropolymerisation, Siebdruck, Eintauchen, Elektrotauchbeschichtung und Spritzen verwendet werden, um eine Beschichtung aus leitfähigem Polymer auszubilden. In einer Ausführung können zum Beispiel die Monomere, die zum Ausbilden des leitfähigen Polymers (z. B. 3,4-Ethylendioxythiophen) verwendet werden, anfangs mit einem Polymerisations-Katalysator gemischt werden, um eine Lösung zu bilden. Ein geeigneter Polymerisations-Katalysator ist zum Beispiel CLEVIOS C, wobei es sich um Eisen-III-Toluol-Sulfonat handelt, das von H. C. Starck vertrieben wird. CLEVIOS C ist ein im Handel verfügbarer Katalysator für CLEVIOS M, bei welchem es sich um 3,4-Ethylendioxythiophen handelt, ein PEDT-Monomer, welches ebenfalls von H. C. Starck vertrieben wird. Sobald eine Katalysatordispersion ausgebildet wurde, kann das Anodenteil dann in die Dispersion getaucht werden, so dass sich das Polymer auf der Oberfläche des Anodenteils ausbildet. Alternativ dazu können Katalysator und Monomer(e) auch separat auf das Anodenteil aufgebracht werden. In einer Ausführung kann der Katalysator zum Beispiel in einem Lösungsmittel (z. B. Butanol) gelöst werden und dann als Tauchlösung auf das Anodenteil aufgebracht werden. Das Anodenteil kann dann getrocknet werden, um das Lösungsmittel davon zu entfernen. Danach kann das Anodenteil in eine Lösung getaucht werden, die das geeignete Monomer enthält. Sobald das Monomer in Kontakt mit der Oberfläche des Anodenteils kommt, die den Katalysator enthält, polymerisiert es chemisch darauf. Zusätzlich kann der Katalysator (z. B. CLEVIOS C) auch mit den Materialien gemischt werden, die zur Ausbildung der optionalen Schutzschicht benutzt werden (z. B. harzartige Materialien). In solchen Fällen kann das Anodenteil danach in eine Lösung getaucht werden, die das Monomer (CLEVIOS M) enthält. Als Folge davon kann das Monomer den Katalysator innerhalb und/oder auf der Oberfläche der Schutzschicht kontaktieren und damit reagieren, um die das leitfähige Polymer enthaltende Beschichtung auszubilden. Obwohl oben verschiedene Verfahren beschrieben worden sind, versteht es sich, dass jedes andere Verfahren zum Aufbringen der leitfähigen Beschichtung(en) auf das Anodenteil in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Zum Beispiel werden andere Verfahren

zum Aufbringen solcher leitfähigen Polymerbeschichtung(en) in den US-Patenten 5,457,862 an Sakata et al., 5,473,503 an Sakata et al., 5,729,428 an Sakata et al. und 5,812,367 an Kudoh et al. beschrieben, die hier in ihrer Gesamtheit für alle Zwecke als Referenz mit aufgenommen werden.

**[0026]** In den meisten Ausführungen wird der feste Elektrolyt nach dem Aufbringen ausgeheilt. Das Ausheilen kann nach jedem Aufbringen eines festen Elektrolyten erfolgen, oder es kann nach dem Aufbringen der gesamten Beschichtung erfolgen. In einigen Ausführungen kann der feste Elektrolyt zum Beispiel durch Tauchen des Presslings in eine Elektrolytlösung, wie etwa eine Lösung von Phosphorsäure und/oder Schwefelsäure, und anschließendes Anlegen einer konstanten Spannung an die Lösung bis zum Absinken des Stroms auf einen vorgewählten Pegel ausgeheilt werden. Auf Wunsch kann dieses Ausheilen in mehreren Schritten erfolgen. In einer Ausführung wird zum Beispiel ein Pressling, der eine leitfähige Polymerbeschichtung hat, zuerst in Phosphorsäure getaucht und ungefähr 20 Volt daran angelegt, und anschließend wird er in Schwefelsäure getaucht und ungefähr 2 Volt daran angelegt. In dieser Ausführungsform kann die Verwendung der zweiten Niederspannungs-Schwefelsäure- oder -Toluol-sulfonsäurelösung dazu beitragen, dass die Kapazität des resultierenden Kondensators erhöht und sein Verlustfaktor reduziert wird. Nach Aufbringen einiger oder aller der oben beschriebenen Schichten kann der Pressling dann auf Wunsch gewaschen werden, um verschiedene Nebenprodukte, überschüssigen Katalysator und so weiter zu entfernen. Weiterhin kann in manchen Fällen nach einigen oder allen oben beschriebenen Tauchschritten eine Trocknung angewendet werden. Zum Beispiel kann das Trocknen nach Aufbringen des Katalysators und/oder nach dem Waschen des Presslings erwünscht sein, um die Poren des Presslings zu öffnen, damit er während nachfolgender Tauchschriffe eine Flüssigkeit aufnehmen kann.

**[0027]** Auf Wunsch kann auf dem Teil optional eine Kohlenstoffschicht (z. B. Graphit) bzw. eine Silberbeschichtung aufgebracht werden. Die Silberbeschichtung kann zum Beispiel als lötlbarer Leiter, Kontaktschicht und/oder Ladungs-Sammler für den Kondensator dienen, und die Kohlenstoffbeschichtung kann den Kontakt der Silberbeschichtung mit dem festen Elektrolyten begrenzen. Diese Beschichtungen können den festen Elektrolyten teilweise oder ganz bedecken.

**[0028]** Wie oben angegeben, enthält der Elektrolytkondensator der vorliegenden Erfindung auch einen Anodenanschluss, mit dem der Anodenleitungsdraht des Kondensatorelements elektrisch verbunden ist, und einen Katodenanschluss, mit dem die Katode des Kondensatorelements elektrisch verbunden ist.

Zum Ausbilden der Anschlüsse kann jedes leitfähige Material verwendet werden, wie z. B. ein leitfähiges Metall (z. B. Kupfer, Nickel, Silber, Zink, Zinn, Palladium, Blei, Kupfer, Aluminium, Molybdän, Titan, Eisen, Zirkonium, Magnesium und deren Legierungen). Besonders geeignete leitfähige Metalle sind zum Beispiel Kupfer, Kupfer-Legierungen (z. B. Kupfer-Zirkonium, Kupfer-Magnesium, Kupfer-Zink oder Kupfer-Eisen), Nickel und Nickel-Legierungen (z. B. Nickel-Eisen). Die Dicke der Anschlüsse wird im Wesentlichen so gewählt, dass die Dicke des Kondensators minimiert wird. Zum Beispiel kann die Dicke der Anschlüsse im Bereich von ungefähr 0,05 bis ungefähr 1 Millimeter, in manchen Ausführungen von ungefähr 0,05 bis ungefähr 0,5 Millimeter und von ungefähr 0,07 bis ungefähr 0,2 Millimeter liegen. Ein Beispiel für ein leitfähiges Material ist eine Metallplatte aus einer Kupfer-Eisen-Legierung, die von Wieland (Deutschland) erhältlich ist. Auf Wunsch kann die Oberfläche der Anschlüsse galvanisch mit Nickel, Silber, Gold, Zinn usw. überzogen werden, wie in der Technik bekannt, um sicherzustellen, dass das fertige Bauteil auf eine Leiterplatte montiert werden kann. In einer speziellen Ausführung sind beide Oberflächen der Anschlüsse mit Nickel, bzw. Flash-Silber beschichtet, während die Montageoberfläche auch mit einer Lötzinn-Schicht beschichtet wird.

**[0029]** Mit Bezug auf [Fig. 1](#) wird eine Ausführung eines Elektrolytkondensators **30** gezeigt, die einen Anodenanschluss **62** und einen Katodenanschluss **72** in elektrischer Verbindung mit einem Kondensatorelement **33** enthält. Das Kondensatorelement **33** hat eine obere Fläche **37**, eine untere Fläche **39**, eine vordere Fläche **36** und eine hintere Fläche **38**. Obwohl er in elektrischem Kontakt mit einer beliebigen der Flächen des Kondensatorelements **33** stehen kann, steht der Katodenanschluss **72** in der dargestellten Ausführung in elektrischem Kontakt mit der unteren Fläche **39** und der hinteren Fläche **38**. Genauer enthält der Katodenanschluss **72** einen ersten Bestandteil **73**, der im Wesentlichen senkrecht zu einem zweiten Bestandteil **74** angeordnet ist. Der erste Bestandteil **73** steht im elektrischen Kontakt und im Wesentlichen parallel zur unteren Fläche **39** des Kondensatorelements **33**. Der zweite Bestandteil **74** steht in elektrischem Kontakt und im Wesentlichen parallel zur hinteren Fläche **38** des Kondensatorelements **33**. Obwohl sie als fest eingebaut dargestellt sind, versteht es sich, dass diese Teilbereiche alternativ getrennte Teile sein können, die entweder direkt oder über ein zusätzliches leitfähiges Element (z. B. Metall) miteinander verbunden sind.

**[0030]** Der Anodenanschluss **62** enthält ebenso einen ersten Bestandteil **63**, der im Wesentlichen senkrecht zu einem zweiten Bestandteil **64** angeordnet ist. Der erste Bestandteil **63** steht in elektrischem Kontakt und im Wesentlichen parallel zur unteren Fläche **39** des Kondensatorelements **33**. Der zweite Be-

standteil **64** enthält einen Bereich **51**, der einen Anodenleitungsdraht **16** trägt. In der dargestellten Ausführung besitzt der Bereich **51** eine „U-Form“, um den Oberflächenkontakt und die mechanische Stabilität des Anschlussdrahtes **16** weiter zu verbessern.

**[0031]** Die Anschlüsse können mit dem Kondensatorelement unter Verwendung einer beliebigen Technik nach dem Stand der Technik verbunden werden. Es kann zum Beispiel in einer Ausführung ein Anschlussrahmen bereitgestellt werden, der den Katodenanschluss **72** und den Anodenanschluss **62** definiert. Um das Elektrolytkondensator-Element **33** am Anschlussrahmen zu befestigen, kann zuerst ein leitfähiger Kleber auf eine Oberfläche des Katodenanschlusses **72** aufgebracht werden. Der leitfähige Kleber kann zum Beispiel leitfähige Metallteilchen enthalten, die in einer Kunstharz-Mischung eingebettet sind. Die Metallteilchen können aus Silber, Kupfer, Gold, Platin, Nickel, Zink, Wismut, usw. bestehen. Die Kunstharzmischung kann ein Duroplast-Kunstharz (z. B. Epoxidharz), einen Härter (z. B. Säureanhydrid) und einen Haftvermittler (z. B. Silan-Haftvermittler) enthalten. Geeignete leitfähige Kleber sind in der US-Patentanmeldung mit der Publikations-Nummer 2006/0038304 beschrieben, das Osako et al. erteilt wurde und das hier in seiner Gesamtheit für alle Zwecke als Referenz mit aufgenommen wird. Jedes aus einer Vielzahl von Verfahren kann dazu benutzt werden, den leitfähigen Kleber auf den Katodenanschluss **72** aufzubringen. Zum Beispiel können Drucktechniken wegen ihrer praktischen und kostensparenden Vorteile eingesetzt werden.

**[0032]** Im Allgemeinen kann eine Vielzahl von Methoden eingesetzt werden, um die Anschlüsse am Kondensator anzubringen. In einer Ausführung werden zuerst der zweite Bestandteil **64** des Anodenanschlusses **62** und der zweite Bestandteil **74** des Katodenanschlusses **72** nach oben in die in [Fig. 1](#) gezeigte Stellung gebogen. Danach wird das Kondensatorelement **33** so auf den Katodenanschluss **72** gesetzt, dass seine untere Fläche **39** den Kleber berührt und der Anodenleitungsdraht **16** im unteren U-förmigen Bereich **51** aufgenommen wird. Auf Wunsch kann ein isolierendes Material (nicht gezeigt), wie etwa ein Plastikplättchen oder -band zwischen die untere Fläche **39** des Kondensatorelements **33** und den ersten Bestandteil **63** des Anodenanschlusses **62** gelegt werden, um die Anoden- und Katodenanschlüsse elektrisch zu isolieren.

**[0033]** Der Anodenleitungsdraht **16** wird dann elektrisch mit dem unteren Bereich **51** verbunden, wozu ein beliebiges in der Technik bekanntes Verfahren verwendet wird, wie etwa mechanisches Schweißen, Laserschweißen, leitfähige Kleber, usw. Zum Beispiel kann der Anodenleitungsdraht **16** mit dem Anodenanschluss **62** unter Verwendung eines Lasers verschweißt werden. Laser enthalten im Wesentlichen

Resonatoren, die ein Laser-Medium enthalten, das Photonen durch stimulierte Emission abgeben kann, und eine Energiequelle, welche die Elemente des Laser-Mediums anregt. Ein Typ eines geeigneten Lasers ist einer, in dem das Laser-Medium aus einem Aluminium- und Yttrium-Granat (YAG) besteht, der mit Neodym (Nd) dotiert ist. Die angeregten Teilchen sind Neodym-Ionen  $\text{Nd}^{3+}$ . Die Energiequelle kann eine kontinuierliche Energie an das Laser-Medium liefern, um einen kontinuierlichen Laserstrahl zu emittieren, oder Energie-Entladungen, um einen gepulsten Laserstrahl zu emittieren. Nachdem der Anodenleitungsdraht **16** elektrisch mit dem Anodenanschluss **62** verbunden ist, kann der leitfähige Kleber ausgehärtet werden. Zum Beispiel kann eine Heißpresse verwendet werden, um Hitze und Druck anzuwenden, um sicherzustellen, dass das Elektrolytkondensator-Element **33** durch den Kleber geeignet mit dem Katodenanschluss **72** verbunden wird.

**[0034]** Sobald das Kondensatorelement befestigt ist, wird der Leiterraum in ein Kunstharzgehäuse eingeschlossen, das dann mit Silica oder jedem anderen bekannten Vergussmaterial gefüllt werden kann. Die Breite und Länge des Gehäuses kann je nach der beabsichtigten Anwendung unterschiedlich sein. Geeignete Gehäuse sind zum Beispiel die Gehäuse „A“, „B“, „F“, „G“, „H“, „J“, „K“, „L“, „M“, „N“, „P“, „R“, „S“, „T“, „W“, „Y“ oder „X“ (AVX Corporation). Unabhängig von der verwendeten Gehäusegröße wird das Kondensatorelement so eingekapselt, dass zumindest ein Teilbereich der Anoden- und Katodenanschlüsse für die Montage auf einer Leiterplatte frei liegt.

**[0035]** Wie zum Beispiel in [Fig. 1](#) gezeigt, ist das Kondensatorelement **33** so in einem Gehäuse **78** eingekapselt, dass ein Teilbereich **81** des ersten Bestandteils **63** des Anodenanschlusses **62** und ein Teilbereich **91** des ersten Bestandteils **73** des Katodenanschlusses **72** durch entgegengesetzte Enden des Gehäuses **78** nach außen ragen. In [Fig. 1](#) haben die freiliegenden Teilbereiche **81** und **93** jeweils die Form von mit Abstand zueinander angeordneten Armbereichen. Jedoch brauchen die freiliegenden Teilbereiche nicht diesen Aufbau zu besitzen. [Fig. 5](#) zeigt zum Beispiel eine zusätzliche Ausführung der vorliegenden Erfindung, bei der die Armbereiche durch Verbindungsstücke **201** bzw. **203** angeschlossen sind. Diese Verbindungsstücke **201** und **203** können die Montagemöglichkeit des Kondensators **30** auf einer Fläche einer Leiterplatte verbessern.

**[0036]** Dessen ungeachtet wird die Länge jedes der Teilbereiche **81** und **91** (z. B. in der Richtung -x von [Fig. 1](#)) relativ zur Länge des Kondensators im Wesentlichen so gewählt, dass eine ausreichend große Fläche zum Verbinden mit der Leiterplatte bereitgestellt wird, ohne einen zu großen Flächenverbrauch zu verursachen. Obwohl zum Beispiel die tatsächlichen

Längen je nach Gehäusegröße des Kondensators variieren können, liegt das Längenverhältnis der Teilbereiche **81** und/oder **91** zur Länge des Gehäuses **78** typischerweise zwischen 0,05 und ungefähr 1, in einigen Ausführungen zwischen ungefähr 0,08 und ungefähr 0,5 und in einigen Ausführungen zwischen ungefähr 0,1 und ungefähr 0,3.

**[0037]** Der Teilbereich **81** des Anodenanschlusses und der Teilbereich **91** des Katodenanschlusses stehen vorteilhafterweise in einer im Wesentlichen koplanaren Beziehung zueinander und optional zu einer unteren Fläche des Kondensatorelements **33** und/oder des Gehäuses **78**. Obwohl nicht erforderlich, können auch andere Teilbereiche des Anodenanschlusses **62** und des Katodenanschlusses **72** nach der Einkapselung frei liegen. Zum Beispiel liegen in [Fig. 1](#) die Anschlüsse **62** und **72** ebenfalls an einer unteren Fläche des Gehäuses frei. Nach der Einkapselung können die freiliegenden Teile der Anoden- und Katodenanschlüsse **62** und **72** gealtert, überprüft und auf die gewünschte Größe zugeschnitten werden.

**[0038]** Nach seiner Formung kann der Kondensator **30** dann auf einer Leiterplatte montiert werden. Genauer ausgedrückt, definieren die im Wesentlichen koplanaren Teilbereiche **81** und **91** der Anoden- und Katodenanschlüsse obere Flächen **83** bzw. **93**, die zur unteren Fläche **39** des Kondensatorelements **33** weisen, sowie untere Flächen **85** bzw. **95**, die von der unteren Fläche **39** des Kondensatorelements **33** weg weisen. Die Flächen **83** und **93** sind zur Montage des Anodenanschlusses **62** und des Katodenanschlusses **72** in einer eingelassenen Öffnung einer Leiterplatte gestaltet. Auf diese Weise kann der Kondensator **30** im Wesentlichen „kopfstehend“ montiert werden, so dass ein Teil oder die Gesamtheit seiner Dicke in die Leiterplatte selbst eingebettet und dadurch das Höhenprofil des Kondensators **30** auf der Leiterplatte minimiert wird.

**[0039]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2–Fig. 4](#) wird zum Beispiel eine Ausführung gezeigt, bei welcher der Kondensator **30** von [Fig. 1](#) in einer Leiterplatte **100** montiert ist, die ein Substrat **150** (z. B. eine Isolierschicht) und leitfähige Elemente **111** enthält. Es versteht sich, dass verschiedene andere elektronische Bauteile ebenfalls auf der Leiterplatte **100** montiert werden können, wie in der Technik bekannt ist, und dass lediglich zur Illustration nur ein einzelner Kondensator gezeigt wird. Auf jeden Fall hat die Leiterplatte **100** eine Montagefläche **109**, durch die hindurch eine Öffnung **105** zwischen den leitfähigen Elementen **111** eingebracht ist. Um sein Höhenprofil auf der Leiterplatte zu minimieren, ist der Kondensator **30** innerhalb der Öffnung **105** eingebettet und unter Verwendung bekannter Techniken, wie etwa Löten, an der Montagefläche **109** angebracht. Die obere Fläche **83** des freiliegenden Teilbereichs **81** des Ano-



denanschlusses und die obere Fläche **93** des frei liegenden Teilbereichs **91** des Katodenanschlusses sind nämlich beide an den leitfähigen Elementen **111** befestigt, die sich auf der Montagefläche **109** befinden.

**[0040]** Das Ausmaß, zu dem der Kondensator **30** eingebettet ist, hängt von verschiedenen Faktoren, wie etwa der Dicke der Leiterplatte **100**, der Gehäusegröße usw. ab. Die Dicke des Gehäuses kann zum Beispiel von ungefähr 0,05 bis ungefähr 4,0 Millimeter, in einigen Ausführungen von ungefähr 0,1 bis ungefähr 2 Millimeter und in einigen Ausführungen von ungefähr 0,2 bis ungefähr 1,0 Millimeter betragen. Ebenso kann die Dicke der Leiterplatte (ohne die daran angebrachten elektronischen Bauteile) von ungefähr 0,1 bis ungefähr 5 Millimeter, in einigen Ausführungen von ungefähr 0,2 bis ungefähr 3 Millimeter und in einigen Ausführungen von ungefähr 0,4 bis ungefähr 1,5 Millimeter betragen. Daher kann der Kondensator **30**, abhängig von den speziellen verwendeten Dicken, so eingebettet sein, dass die untere Fläche des Gehäuses **78** im Wesentlichen koplanar zur oberen Fläche der Leiterplatte **100** liegt. Alternativ kann der Kondensator **30** so eingebettet sein, dass seine untere Fläche leicht über die obere Fläche der Leiterplatte **100** hinausragt. Trotzdem wird das durch den Kondensator eingenommene Höhenprofil verringert und kann je nach gewünschter Verwendung gesteuert werden.

**[0041]** Diese und weitere Modifikationen und Abwandlungen der vorliegenden Erfindung können von einem Fachmann durchgeführt werden, ohne dass vom Sinn und Umfang der vorliegenden Erfindung abgewichen wird. Zusätzlich dazu muss verstanden werden, dass Aspekte der verschiedenen Ausführungen ganz oder teilweise ausgetauscht werden können. Weiterhin wird ein Fachmann erkennen, dass die oben angegebene Beschreibung nur ein Beispiel ist und nicht mit der Absicht angegeben wurde, die Erfindung einzuschränken, wie sie in den beigefügten Ansprüchen weiter beschrieben wird.

**ZITATE ENHALTEN 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 6322912 [\[0015, 0018\]](#)
- US 6391275 [\[0015\]](#)
- US 6416730 [\[0015\]](#)
- US 6527937 [\[0015\]](#)
- US 6576099 [\[0015\]](#)
- US 6592740 [\[0015\]](#)
- US 6639787 [\[0015\]](#)
- US 7220397 [\[0015\]](#)
- US 6197252 [\[0018\]](#)
- US 4085435 [\[0018\]](#)
- US 4945452 [\[0018, 0024\]](#)
- US 5198968 [\[0018\]](#)
- US 5357399 [\[0018\]](#)
- US 5394295 [\[0018\]](#)
- US 5495386 [\[0018\]](#)
- US 6191936 [\[0019\]](#)
- US 5949639 [\[0019\]](#)
- US 3345545 [\[0019\]](#)
- US 6674635 [\[0023\]](#)
- US 5457862 [\[0025\]](#)
- US 5473503 [\[0025\]](#)
- US 5729428 [\[0025\]](#)
- US 5812367 [\[0025\]](#)

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- Braunauer, Emmet und Teller, Journal of American Chemical Society, Bd. 60, 1938, S. 309 [\[0016\]](#)

**Patentansprüche**

1. Kondensator mit festem Elektrolyten, umfassend:

ein Kondensatorelement, das eine obere Fläche, eine untere Fläche, eine vordere Fläche und eine hintere Fläche definiert, wobei das Kondensatorelement eine Anode, eine dielektrische Schicht, welche die Anode überzieht, und eine Katode umfasst, welche die dielektrische Schicht überzieht, wobei die Katode einen festen Elektrolyten umfasst sowie ein Anodenleitungsdraht elektrisch mit der Anode verbunden ist; einen Anodenanschluss, der elektrisch mit dem Anodenleitungsdraht verbunden ist, wobei der Anodenanschluss einen ersten Bestandteil enthält, der im Wesentlichen parallel zur unteren Fläche des Kondensatorelements liegt;

einen Katodenanschluss, der elektrisch mit der Katode verbunden ist, wobei der Katodenanschluss einen zweiten Bestandteil enthält, der im Wesentlichen parallel zur unteren Fläche des Kondensatorelements liegt;

ein Gehäuse, welches das Kondensatorelement eingekapselt und zumindest einen Teilbereich des ersten Bestandteils und des zweiten Bestandteils freiliegend lässt, wobei die freiliegenden Teilbereiche des ersten Bestandteils und des zweiten Bestandteils im Wesentlichen koplanar sind und vom Gehäuse nach außen ragen, und wobei weiter die freiliegenden Teilbereiche des ersten Bestandteils bzw. des zweiten Bestandteils eine obere Fläche, die zu einer oberen Fläche des Kondensatorelements weist, und eine gegenüberstehende untere Fläche definieren, die von der oberen Fläche des Kondensatorelements weg weist, wobei die oberen Flächen des ersten Bestandteils und des zweiten Bestandteils so gestaltet sind, dass sie auf einer Leiterplatte zu montieren sind.

2. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei die Anode Tantal, Niob oder ein elektrisch leitfähiges Oxid davon enthält.

3. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei der feste Elektrolyt Mangandioxid, ein leitfähiges Polymer oder eine Kombination davon enthält.

4. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei der erste Bestandteil des Anodenanschlusses elektrisch mit der unteren Fläche des Kondensatorelements verbunden ist.

5. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei der Anodenanschluss weiter einen dritten Bestandteil umfasst, der im Wesentlichen senkrecht zum ersten Bestandteil steht.

6. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 5, wobei der dritte Bestandteil einen U-förmigen Bereich enthält, mit dem der Anodenleitungs-

draht elektrisch verbunden ist.

7. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 5, wobei der dritte Bestandteil innerhalb des Gehäuses eingekapselt ist.

8. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei der zweite Bestandteil des Katodenanschlusses elektrisch mit der unteren Fläche des Kondensatorelements verbunden ist.

9. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 8, wobei der Katodenanschluss weiter einen vierten Bestandteil umfasst, der im Wesentlichen senkrecht zum zweiten Bestandteil steht und elektrisch mit der hinteren Fläche des Kondensatorelements verbunden ist.

10. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 9, wobei der vierte Bestandteil innerhalb des Gehäuses eingekapselt ist.

11. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei der Katodenanschluss mit einem leitfähigen Kleber elektrisch mit dem Kondensatorelement verbunden ist.

12. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei der Anodenleitungsdraht an den Anodenanschluss lasergeschweißt ist.

13. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei das Verhältnis der Länge des freiliegenden Teilbereichs des ersten Bestandteils oder der Länge des freiliegenden Teilbereichs des zweiten Bestandteils zur Gehäuselänge zwischen ungefähr 0,05 und ungefähr 1 beträgt.

14. Kondensator mit festem Elektrolyten nach Anspruch 1, wobei das Verhältnis der Länge des freiliegenden Teilbereichs des ersten Bestandteils oder der Länge des freiliegenden Teilbereichs des zweiten Bestandteils zur Gehäuselänge zwischen ungefähr 0,08 und ungefähr 0,5 beträgt.

15. Leiterplatte, umfassend:  
ein Substrat, das eine Montagefläche definiert, auf der gegenüberstehende leitfähige Elemente angeordnet sind, wobei eine eingelassene Öffnung in der Montagefläche zwischen den leitfähigen Elementen vorgesehen ist; und

einen Kondensator mit festem Elektrolyten, der einen Anodenanschluss und einen Katodenanschluss enthält, die vom Kondensator in einer im Wesentlichen koplanaren Beziehung nach außen ragen, wobei der Anodenanschluss und der Katodenanschluss elektrisch mit jeweiligen elektrisch leitfähigen Elementen verbunden sind, so dass der Kondensator innerhalb der eingelassenen Öffnung eingebettet ist.

16. Leiterplatte nach Anspruch 15, wobei der Kondensator ein Kondensatorelement enthält, wobei das Kondensatorelement eine Anode, eine dielektrische Schicht, welche die Anode überzieht, und eine Katode umfasst, welche die dielektrische Schicht überzieht, wobei die Katode einen festen Elektrolyten enthält, und wobei ein Anodenleitungsdraht elektrisch mit der Anode verbunden ist.

17. Leiterplatte nach Anspruch 16, wobei die Anode Tantal, Niob oder ein elektrisch leitfähiges Oxid davon enthält.

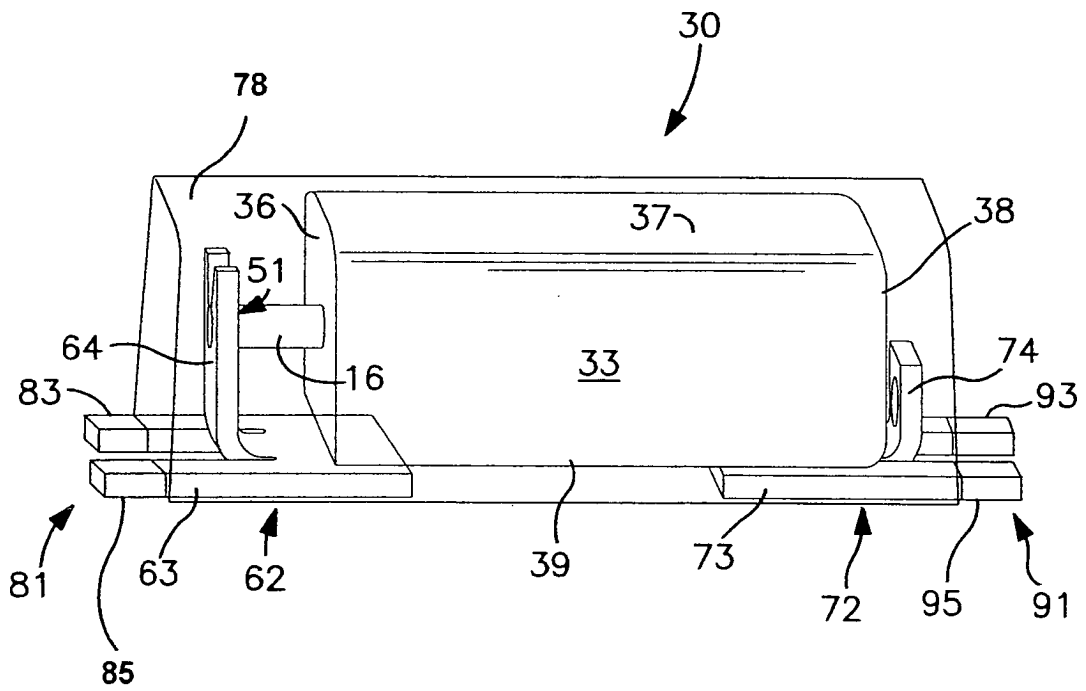
18. Leiterplatte nach Anspruch 16, wobei der feste Elektrolyt Mangandioxid, ein leitfähiges Polymer oder eine Kombination davon enthält.

19. Leiterplatte nach Anspruch 16, wobei der Anodenanschluss bzw. der Katodenanschluss eine obere Fläche, die zu einer oberen Fläche des Kondensatorelements weist, und eine gegenüberliegende untere Fläche definieren, die von der oberen Fläche des Kondensatorelements weg weist, wobei die obere Fläche des ersten Bestandteils und die des zweiten Bestandteils an den leitfähigen Elementen montiert sind.

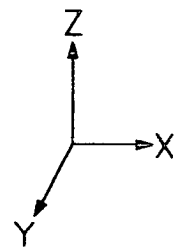
20. Leiterplatte nach Anspruch 15, wobei eine untere Fläche des Kondensators im Wesentlichen koplanar mit einer oberen Fläche des Substrats ist.

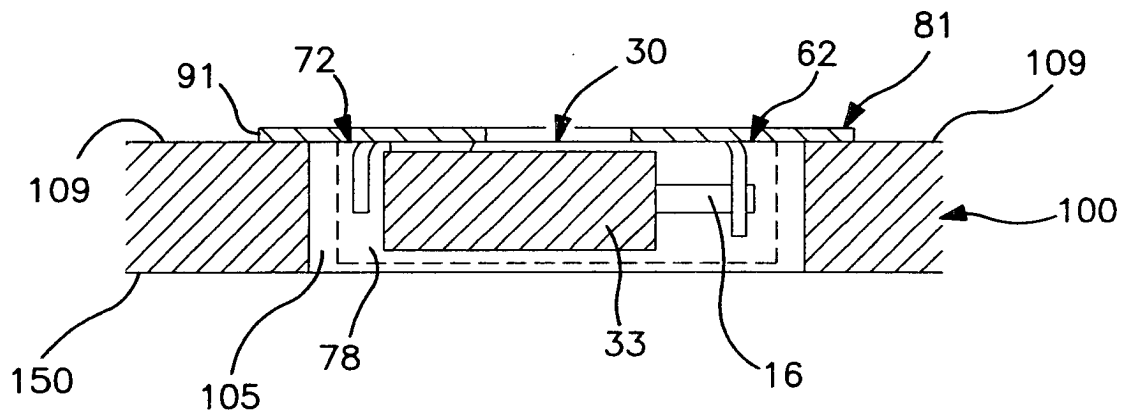
21. Leiterplatte nach Anspruch 15, wobei eine untere Fläche des Kondensators über eine obere Fläche des Substrats hinausragt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



**FIG. 1**





**FIG. 2**

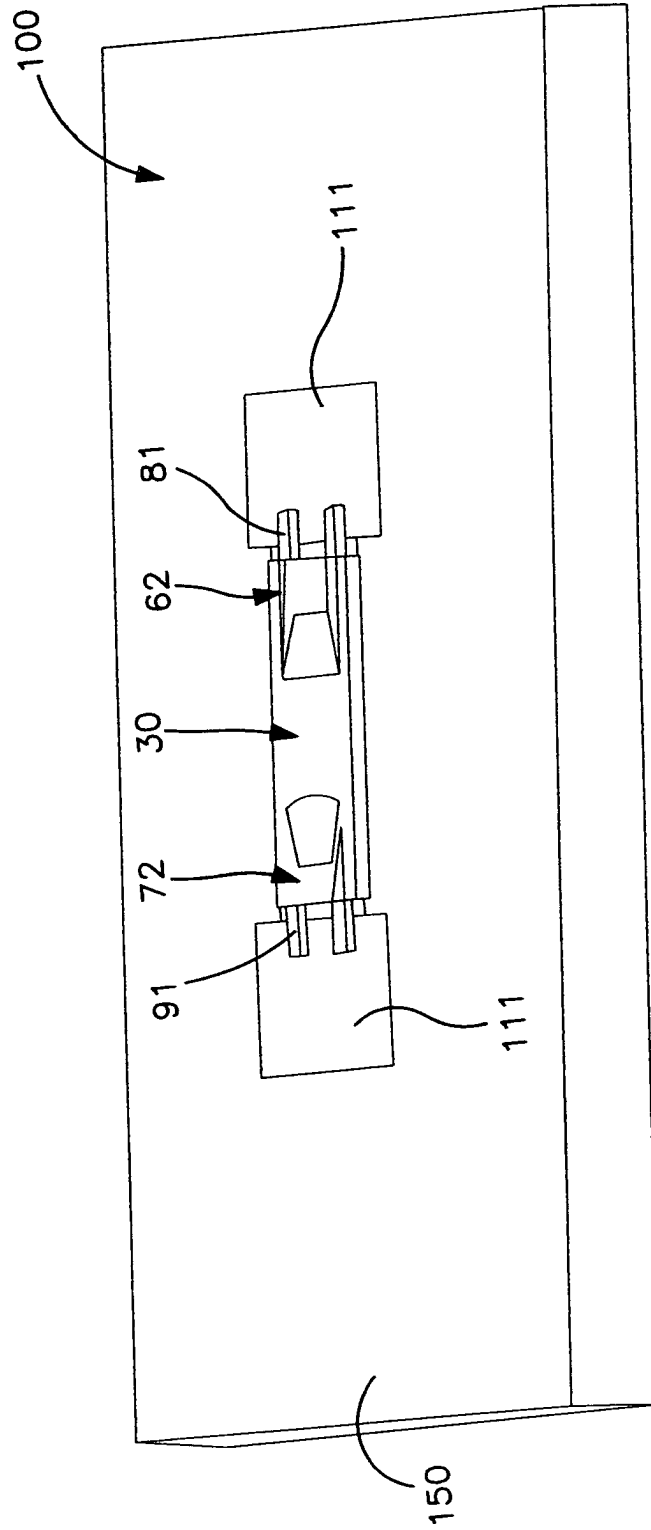
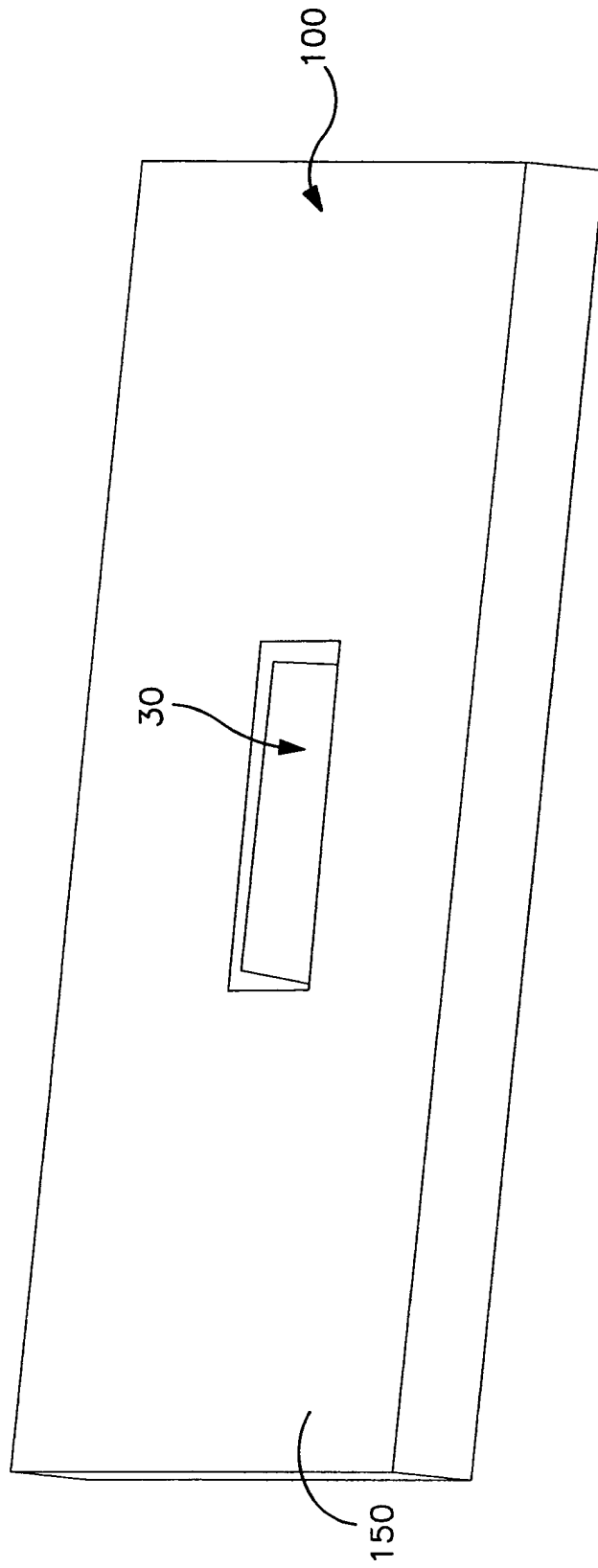
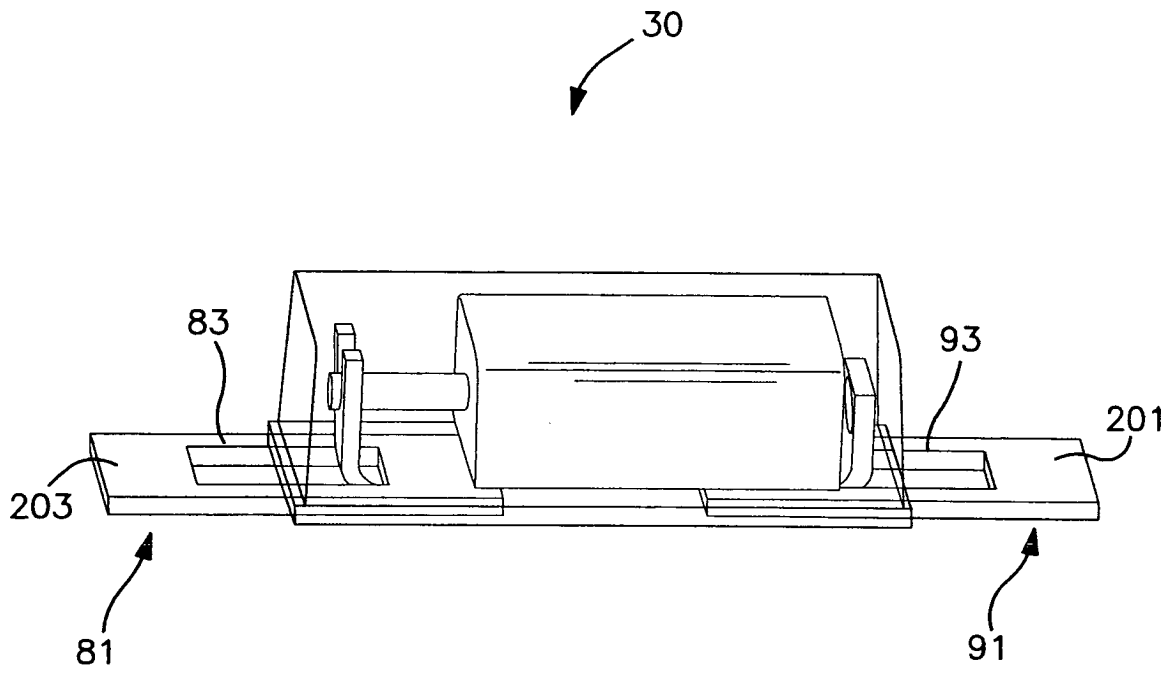


FIG. 3



**FIG. 4**





**FIG. 5**