



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 12 019 T2** 2006.12.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 291 885 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01G 9/155** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 12 019.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 016 362.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.07.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.03.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.12.2006**

(30) Unionspriorität:

2001230235 30.07.2001 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Asahi Glass Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

**Ikeda, c/o Asahi Glass Company, Katsuji,
Yokohama-shi, Kanagawa, JP; Hozumi, c/o Asahi
Glass Company, Yoshihiro, Yokohama-shi,
Kanagawa, JP; Kashiara, c/o Asahi Glass
Company, Masami, Yokohama-shi, Kanagawa, JP**

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European
Patent Attorneys, 81671 München**

(54) Bezeichnung: **Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul**

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

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

Beschreibung

drische Zelle gebildet wird.

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul, insbesondere ein laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul mit einer hohen Ausgangsleistungsdichte und einer hohen Energiedichte pro Volumen oder pro Gewicht.

[0002] Elektrische Doppelschichtkondensatoranordnungen sind in den Dokumenten US-A-5 850 331 und EP-A-1 061 539 beschrieben.

[0003] Ein elektrischer Doppelschichtkondensator weist eine hervorragende Ausgangsleistungsdichte oder Langzeitzuverlässigkeit für Lade/Entladezyklen auf und wird als Energiequelle für ein Hybrid-Elektrofahrzeug oder als Notfallquelle für elektrische Energie verwendet. In einer solchen Energiequellenanordnung ist eine hohe Spannung auf einem Niveau von einigen Hundert V erforderlich.

[0004] Üblicherweise liegt die Betriebsspannung einer Einheitszelle eines elektrischen Doppelschichtkondensators bei 0,6 bis 0,8 V in einem Fall, bei dem der Elektrolyt vom Typ einer wässrigen Lösung ist, oder bei 2,0 bis 3,3 V in einem Fall, bei dem der Elektrolyt vom Typ einer nicht-wässrigen Lösung ist. Demgemäß werden solche Einheitszellen in der Form eines Hochspannungs-Energiequellenmoduls verwendet, in dem einige Zehn bis einige Hundert solcher Einheitszellen in Reihe verbunden sind.

[0005] Als Struktur einer solchen Einheitszelle ist eine prismatische Zelle oder eine zylindrische Zelle gebräuchlich. Eine prismatische Zelle ist derart, wie sie in der [Fig. 8](#) gezeigt ist, d.h. eine Vielzahl von positiven und negativen Elektroden **7A** und **7B** in Form einer flachen Platte ist abwechselnd mit einem dazwischen angeordneten Separator **2** zur Bildung einer Mehrschichtelementeinheit gestapelt und die Einheit ist in einem prismatischen Gehäuse **11** eingerichtet. Von den jeweiligen Elektroden **7A** und **7B** erstrecken sich Anschlüsse **8A** und **8B** in Form einer flachen Platte nach oben und sind an den Anschlussverbindungsabschnitten **9A** bzw. **9B** gebündelt, wobei sie in positive Elektroden und negative Elektroden aufgeteilt sind. Die Anschlussverbindungsabschnitte **9A** und **9B** sind mit dem positiven und negativen Anschluss **10A** bzw. **10B**, die so fixiert sind, dass sie durch das prismatische Gehäuse **11** hindurchtreten, verbunden und an diesen befestigt.

[0006] Eine zylindrische Zelle ist derart, wie es in der [Fig. 9](#) gezeigt ist, d.h. ein Paar von langen streifenförmigen positiven und negativen Elektroden **1A** und **1B** und ein dazwischen angeordneter Separator **13** sind so aufgewickelt, dass sie ein Wickelement bilden, und dieses Wickelement ist in einem zylindrischen Gehäuse **15** eingerichtet, so dass eine zylindrische Zelle gebildet wird.

[0007] Die Anschlüsse **5A** und **5B** sind mit den oberen Enden der positiven und der negativen Elektrode **1A** bzw. **1B** verbunden. Diese Anschlüsse **5A** und **5B** sind mit dem positiven und dem negativen Elektrodenanschluss **4A** bzw. **4B** verbunden, die fixiert sind, wobei sie durch eine abdichtende Isolierplatte **3** hindurchtreten. Beispielsweise ist, wie es in der [Fig. 10](#) gezeigt ist, eine Vielzahl von so aufgebauten Einheitszellen **20** in Reihe verbunden, so dass ein Hochspannungs-Energiequellenmodul gebildet wird.

[0008] Um jedoch die Vielzahl von Einheitszellen **20** integral zu fixieren, sind fest konstruierte Strukturelemente **21** erforderlich, und um die Einheitszellen **20** in Reihe elektrisch zu verbinden, sind viele verbindende Sammelschienenleiterelemente **23** erforderlich.

[0009] Demgemäß sind nach dem Zusammenbau zu einem Hochspannungs-Energiequellenmodul die Gewichtszunahme und die Volumenzunahme, die bei der Bildung des Moduls auftreten, wesentlich, und als Hochspannungs-Energiequellenmodul als Ganzes verschlechtern sich die Ausgangsleistungsdichte und die Energiedichte wesentlich. Insbesondere bestand ein Problem dahingehend, dass die hohe Ausgangsleistungsdichte als Vorteil eines elektrischen Doppelschichtkondensators verloren geht und die niedrige Energiedichte ausgeprägt wird.

[0010] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf diese Probleme des Standes der Technik gemacht und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul mit einer hohen Ausgangsleistungsdichte und einer hohen Energiedichte pro Volumen oder pro Gewicht bereitzustellen.

[0011] Die vorliegende Erfindung stellt ein laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul bereit, umfassend: Elektrodenanordnungen für positive und negative Elektroden, jeweils gegenüber angeordnet, welche jeweils eine Metall-Stromsammelrolle und eine Elektroden-schicht aus einem Material mit einer großen Oberfläche, gebildet auf mindestens einer Oberfläche der Folie, außer einem Endstreifenabschnitt, entlang einem Seitenende der Folie, umfassen; einen Ionen-durchlässigen Separator, angeordnet zwischen den angrenzenden Elektrodenanordnungen, um die jeweiligen Elektroden-schichten voneinander zu trennen; eine Metall-Stromsammelplatte für positive Elektroden und eine Metall-Stromsammelplatte für negative Elektroden, elektrisch mit dem Endstreifenabschnitt jeder Elektrodenanordnung für die positive Elektrode bzw. dem Endstreifenabschnitt jeder Elektrodenanordnung für die negative Elektrode verbunden; einen Elektrolyten und ein Modulgehäuse; wobei:

a) die Elektrodenanordnungen für positive und negative Elektroden alternierend in Vielzahl derart laminiert sind, dass die jeweiligen Endstreifenabschnitte von den Separatoren auf gegenüberliegenden Seiten hervorspringen, um ein laminiertes Element zu bilden;

b) die Metall-Stromsammelplatte für positive Elektroden an dem Ende des laminierten Elements auf der Seite angeordnet ist, an welcher die Endstreifenabschnitte der Metall-Stromsammelplatten für positive Elektroden von den Separatoren hervorspringen;

c) die Metall-Stromsammelplatte für negative Elektroden an dem Ende des laminierten Elements auf der Seite angeordnet ist, an der die Endstreifenabschnitte der Metall-Stromsammelplatten für negative Elektroden von den Separatoren hervorspringen;

d) die Elektrodenanordnungen, die Separatoren, die Stromsammelplatte für positive Elektroden und die Stromsammelplatte für negative Elektroden integriert sind, um eine laminierte Elementeinheit aufzubauen;

e) eine Vielzahl solcher laminierter Elementeinheiten vorgesehen sind, und diese jeweils eingerichtet und geschützt sind in einem von Elementkompartimenten, gebildet in einer Vielzahl in dem Modulgehäuse; und

f) die Vielzahl der laminierten Element-Einheiten, jeweils eingerichtet in der Vielzahl der Elementkompartimente, elektrisch in Reihe verbunden sind.

[0012] Das erfindungsgemäße Modul erfordert nicht die Verwendung von fest konstruierten Strukturelementen zum integralen Fixieren der Vielzahl von Zellen oder von vielen elektrischen Verbindungselementen für Zellen, die zum Aufbau eines Hochspannungs-Energiequellenmoduls durch Verbinden von Einheitszellen in Reihe erforderlich waren. Erfindungsgemäß ist es möglich, die Energiedichte pro Volumen oder pro Gewicht als Modulenergiequelle zu erhöhen. Insbesondere wenn ein Harzgehäuse, das leichter als Metall ist, als Modulgehäuse verwendet wird, kann die Energiedichte weiter erhöht werden. Ferner kann das Verfahren bis zur Herstellung einer fertiggestellten laminierten Modulenergiequelle vereinfacht werden und die Anzahl der erforderlichen Komponenten ist gering, wodurch die Produktivität hervorragend ist und die Herstellungskosten gesenkt werden können.

[0013] In der vorliegenden Erfindung ist es bevorzugt, dass das Modulgehäuse einen Modulgehäuse-Hauptkörper, der mit den Elementkompartimenten ausgestattet ist, und eine Modulgehäuse-Abdeckung zum Schließen des Modulgehäuse-Hauptkörpers umfasst.

[0014] Durch diesen Aufbau ist das Modulgehäuse

aus dem Modulgehäuse-Hauptkörper und die Modulgehäuse-Abdeckung aufgebaut, wodurch die Herstellung einfach ist und Reparaturen, usw., einfach sind.

[0015] Ferner ist es in der vorliegenden Erfindung bevorzugt, dass ein Verbindungsmittel bereitgestellt ist, das mit der Stromsammelplatte für positive Elektroden und/oder der Stromsammelplatte für negative Elektroden durch eine Trennwand, welche die angrenzenden Elementkompartimente des Modulgehäuse-Hauptkörpers aufteilt, oder durch beide Seitenwände des Modulgehäuse-Hauptkörpers, verbunden ist.

[0016] Folglich ist es durch die gemeinsame Verwendung einiger Komponenten, die das Gehäuse für Einheitszellen bilden, zum Aufbau einer Struktur, die Modulbildende Elemente und elektrische Verbindungselemente zwischen Zellen umfasst, möglich, ein laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul zu erhalten, das kompakter ist und ein geringeres Gewicht aufweist.

[0017] Ferner können die benachbarten Einheitszellen in der minimalen Distanz verbunden werden, ohne dass Sammelschienenleiter oder dergleichen erforderlich sind, wodurch der Widerstand als Modulenergiequelle niedriger als bisher gemacht werden kann.

[0018] In den beigefügten Zeichnungen:

[0019] [Fig. 1](#) ist eine vergrößerte perspektivische Ansicht einer Elektrodenanordnung.

[0020] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht einer laminierten Struktur aus Elektrodenanordnungen und Separatoren.

[0021] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Metall-Stromsammelplatte.

[0022] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht einer laminierten Elementeinheit.

[0023] [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht des Modulgehäuse-Hauptkörpers.

[0024] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht der Modulgehäuse-Abdeckung.

[0025] [Fig. 7](#) ist eine perspektivische Ansicht eines laminierten elektrischen Doppelschichtkondensatormoduls.

[0026] [Fig. 8](#) zeigt die Struktur einer herkömmlichen prismatischen Zelle.

[0027] [Fig. 9](#) zeigt die Struktur einer herkömmlichen

zylindrischen Zelle.

[0028] **Fig. 10** ist eine Ansicht, welche die Struktur eines herkömmlichen elektrischen Doppelschichtkondensatormoduls zeigt.

[0029] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen beschrieben.

[0030] Von den verschiedenen Elementen, die das laminierte elektrische Doppelschichtkondensatormodul gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bilden, wird der detaillierte Aufbau einer Elektrodenanordnung **31** als erstes beschrieben. Eine vergrößerte perspektivische Ansicht einer Elektrodenanordnung **31** ist in der **Fig. 1** gezeigt.

[0031] In der **Fig. 1** umfasst die Elektrodenanordnung **31**, bei der es sich um eine positive Elektrode oder negative Elektrode handeln wird, eine bandförmige oder streifenförmige Metall-Stromkollektorfolie **33** und Elektrodenschichten **35A** und **35B**, die aus einem Material mit großer Oberfläche hergestellt sind und auf beiden Seiten der Folie gebildet sind, außer einem Endstreifenabschnitt **33a** entlang eines Seitenendes der Folie.

[0032] Die Metall-Stromkollektorfolie **33**, die hier verwendet wird, ist nicht speziell beschränkt, so lange sie bezüglich der elektrochemischen Korrosionsbeständigkeit auf der Seite der positiven Elektrode hervorragend ist. Im Hinblick auf die Verarbeitbarkeit und die Gewichtsverminderung ist jedoch ein Folienmaterial aus Aluminium, einer Aluminiumlegierung oder rostfreiem Stahl bevorzugt.

[0033] Die Dicke der Folie wird auf einen kleinen Wert eingestellt, so lange die Festigkeit dies erlaubt, und sie liegt gewöhnlich vorzugsweise innerhalb eines Bereichs von 20 bis 100 µm. Ferner kann zum Zwecke einer Verbesserung der Haftfestigkeit mit den Elektrodenschichten **35A** und **35B** oder der Verminderung des elektrischen Widerstands eine chemische, elektrochemische oder mechanische Oberflächenätzbehandlung angewandt werden.

[0034] Der Endstreifenabschnitt **33a**, auf dem keine Elektrodenschicht wie z.B. **35A** oder **35B** gebildet ist, ist zur elektrischen Verbindung mit der Außenseite gestaltet. Demgemäß ist der Endstreifenabschnitt zur Erhöhung der Zellenkapazität vorzugsweise so schmal wie möglich und liegt vorzugsweise auf einem Niveau von 2 bis 6 mm.

[0035] Die Elektrodenschichten **35A** und **35B** sind auf beiden Seiten der Metall-Stromkollektorfolie **33** gebildet und aus einem Material mit großer spezifischer Oberfläche zur Bildung einer elektrischen Doppelschicht an der Grenzfläche mit dem Elektrolyten

zur Speicherung hergestellt, und es kann sich um beschichtete oder vorgeformte dünne Elektrodenblätter handeln, die an die Metall-Stromkollektorfolie **33** gebunden sind.

[0036] Zur Bindung des Elektrodenblatts an die Metall-Stromkollektorfolie **33** ist es üblich, ein mechanisches Druckschweißen oder ein Verfahren des Bindens mittels eines leitenden Haftmittels einzusetzen. Zur Bildung der Elektrodenschichten **35A** und **35B** ist üblicherweise ein Bindemittel erforderlich und verschiedene organische Bindemittel, insbesondere Bindemittel wie z.B. Polytetrafluorethylen und Polyvinylidenfluorid, werden bevorzugt eingesetzt.

[0037] Um ferner bei der elektrischen Leitung der Elektrodenschichten **35A** und **35B** zu unterstützen, kann ein Leitungshilfsmittel in einer bestimmten Menge zugesetzt werden. Das vorstehend beschriebene Material mit großer spezifischer Oberfläche ist vorwiegend aus einem kohlenstoffhaltigen Material mit einer spezifischen Oberfläche von 100 bis 3000 m²/g hergestellt.

[0038] Insbesondere kann bzw. können bevorzugt z.B. Aktivkohle eines Harztyps, wie z.B. Phenol, eines Kokosnussschalen-Typs, eines Koks-Typs oder eines Pech-Typs, sowie Kohlenstoff-Nanoröhrchen; ein Kohlenstoff-Aerogel oder Polyacen eingesetzt werden. Als Leitungshilfsmittel kann bzw. können vorzugsweise Ruß, kurze Kohlenstofffasern oder Metallfasern eingesetzt werden.

[0039] In der vorliegenden Erfindung ist der Elektrolyt, der zum Bilden einer elektrischen Doppelschicht verwendet wird, vorzugsweise ein nicht-wässriger Elektrolyt, da dessen Stehspannung hoch ist. Der in dem nicht-wässrigen Elektrolyten enthaltene gelöste Stoff ist im Hinblick auf die elektrische Leitfähigkeit, die Löslichkeit in einem Lösungsmittel und die elektrochemische Stabilität vorzugsweise ein quartäres Oniumsalz.

[0040] Insbesondere weist es bevorzugt ein Oniumkation auf, das durch $R^1R^2R^3R^4N^+$ oder $R^1R^2R^3R^4P^+$ dargestellt wird (worin jeder von R^1 , R^2 , R^3 und R^4 , die unabhängig voneinander sind, eine C_{1-6} -Alkylgruppe oder eine C_{6-10} -Arylgruppe ist). Insbesondere handelt es sich vorzugsweise um ein Salz des vorstehend genannten Kations mit einem Anion wie z.B. BF_4^- , PF_6^- , $CF_3SO_3^-$, AsF_6^- , $N(SO_2CF_3)_2^-$ oder ClO_4^- .

[0041] Die Konzentration des vorstehend genannten Oniumsalzes in dem Elektrolyten beträgt vorzugsweise mindestens 0,5 mol/Liter, besonders bevorzugt mindestens 1,0 mol/Liter, um die Menge an Ionen sicherzustellen, die zur Bildung der elektrischen Doppelschicht erforderlich ist, und eine angemessene elektrische Leitfähigkeit zu erhalten.

[0042] Das organische Lösungsmittel, das für den nicht-wässrigen Elektrolyten eingesetzt wird, ist vorzugsweise mindestens ein Lösungsmittel, das aus der Gruppe bestehend aus cyclischen Carbonaten, wie z.B. Ethylencarbonat, Propylencarbonat und Butylencarbonat, geradkettigen Carbonaten, wie z.B. Dimethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat und Diethylcarbonat, Sulfolan, Sulfolanderivaten und Nitrilen, wie z.B. Acetonitril und Glutaronitril, ausgewählt ist.

[0043] Ferner kann als nicht-wässriger Elektrolyt eine ionische Flüssigkeit des Amidin-Typs, d.h. ein bei Raumtemperatur geschmolzenes Salz, als solche oder gelöst in einem Lösungsmittel verwendet werden.

[0044] Nachstehend wird der Separator **2** beschrieben. Der Separator **2** ist ein Element mit einer Ionen-durchlässigkeit, das zwischen den positiven und negativen Elektrodenanordnungen **31** angeordnet ist. Das Material für den Separator **2** ist nicht speziell beschränkt. Der Separator **2** ist jedoch vorzugsweise aus einem porösen Material hergestellt, das hervorragende elektrische Isoliereigenschaften, eine hervorragende chemische Stabilität gegen den Elektrolyten und hervorragende Flüssigkeitsabsorptions- und -bewahrungseigenschaften für den Elektrolyten aufweist.

[0045] Insbesondere ist der Separator vorzugsweise aus anorganischen Fasern, wie z.B. Glasfasern, Siliziumdioxidfasern, Aluminiumoxidfasern, Asbest oder Faserkristallen davon, natürlichen Fasern, wie z.B. Manilahanf, oder organischen Fasern, wie z.B. synthetischen Polymerfasern aus z.B. einem Polyolefin oder einem Polyester hergestellt. Ferner kann vorzugsweise auch ein daraus hergestelltes Blatt oder ein mikroporöser Film mit feinen Perforationen, der durch Strecken gebildet worden ist, verwendet werden.

[0046] Nachstehend wird eine laminierte Struktur von Elektrodenanordnungen **31** und Separatoren **2** beschrieben. Eine perspektivische Ansicht der laminierten Struktur von Elektrodenanordnungen **31** und Separatoren **2** ist in der [Fig. 2](#) gezeigt.

[0047] In der [Fig. 2](#) sind bandförmige oder streifenförmige Separatoren **2** und bandförmige oder streifenförmige Elektrodenanordnungen **31** für positive und negative Elektroden mit dem gleichen Aufbau abwechselnd angeordnet.

[0048] Die jeweiligen Endstreifenabschnitte **33a** der Elektrodenanordnungen **31** sind so angeordnet, dass Endstreifenabschnitte, die in der Breitenrichtung der Separatoren **2** aneinander angrenzen, von den Separatoren **2** auf gegenüber liegenden Seiten hervorspringen. Durch solche Elektrodenanordnungen **31** und Separatoren **2** wird ein laminiertes Element **30**

aufgebaut. In diesem Zustand liegen sowohl an der rechten als auch an der linken Endoberfläche des laminierten Elements **30** die Endstreifenabschnitte **33a** der positiven und der negativen Elektroden jeweils frei.

[0049] Nachstehend wird die Metall-Stromkollektorplatte **37** beschrieben. Eine perspektivische Ansicht der Metall-Stromkollektorplatte **37** ist in der [Fig. 3](#) gezeigt.

[0050] In der [Fig. 3](#) ist ein Durchgangsloch **39** an einem oberen Abschnitt der aus einem Metall hergestellten Metall-Stromkollektorplatte **37** bereitgestellt.

[0051] Nachstehend wird der Aufbau einer laminierten Elementeinheit beschrieben. Eine perspektivische Ansicht der laminierten Elementeinheit **40** ist in der [Fig. 4](#) gezeigt.

[0052] In der [Fig. 4](#) ist die laminierte Elementeinheit **40** derart aufgebaut, dass die Metall-Stromkollektorplatten **37A** und **37B** an die Endstreifenabschnitte **33a** der jeweiligen Metall-Stromkollektorfolien **33** für positive bzw. negative Elektroden des laminierten Elements **30** gebunden sind, um einen elektrischen Kontakt mit der Außenseite herzustellen. Das Verfahren zum Binden der Metall-Stromkollektorplatten **37A** und **37B** an die Endstreifenabschnitte **33a** kann ein mechanisches Pressen oder ein elektrisch leitendes Kleben mittels eines elektrisch leitenden Haftmittels oder dergleichen sein. Ein Binden durch Schweißen, das mechanisch und elektrisch sehr zuverlässig ist, ist jedoch bevorzugt.

[0053] Als Schweißverfahren wird vorzugsweise Ultraschallschweißen, Schweißen mit einem Laser, wie z.B. einem YAG, oder Elektronenstrahlschweißen eingesetzt. Das Material für die Metall-Stromkollektorplatte **37** ist nicht speziell beschränkt, so lange es eine hohe elektrische Leitfähigkeit und elektrochemische Korrosionsbeständigkeit aufweist. Aluminium oder eine Aluminiumlegierung ist jedoch beispielsweise bevorzugt.

[0054] Die Form der Metall-Stromkollektorplatte **37** ist nicht speziell beschränkt. Um jedoch das Tränken des Elektrolyten an der Endoberfläche des laminierten Elements **30** nicht zu beeinträchtigen, ist es bevorzugt, Kerben an dem flachen Abschnitt der Metall-Stromkollektorplatte **37**, die gegen die Endoberfläche des laminierten Elements **30** anstößt, bereitzustellen. Ansonsten können Perforationen oder Unregelmäßigkeiten an einem Teil des flachen Abschnitts, die ähnliche Effekte bewirken, bereitgestellt werden.

[0055] Nachstehend werden der Modulgehäuse-Hauptkörper **41**, in dem die laminierten Elementeinheiten **40** eingerichtet sind, und die Modulgehäuse-Abdeckung **43** beschrieben. Eine perspektivi-

sche Ansicht des Modulgehäuse-Hauptkörpers **41** in der vorliegenden Erfindung ist in der [Fig. 5](#) gezeigt und eine perspektivische Ansicht der Modulgehäuse-Abdeckung **43** in der vorliegenden Erfindung ist in der [Fig. 6](#) gezeigt.

[0056] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ist in dem Modulgehäuse-Hauptkörper **41** und der Modulgehäuse-Abdeckung **43**, die beide aus einem Harz hergestellt sind, eine Vielzahl von Elementkompartimenten **45** ausgebildet, die unabhängig voneinander aufgeteilt sind.

[0057] Die laminierten Elementeinheiten **40** sind ausreichend mit dem Elektrolyten getränkt. Die getränkten laminierten Elementeinheiten **40** sind jeweils so in den Elementkompartimenten **45** eingerichtet, dass die Metall-Stromkollektorplatte **37A** der positiven Elektrode von einer der benachbarten laminierten Elementeinheiten **40** der Metall-Stromkollektorplatte **37B** der negativen Elektrode der anderen laminierten Elementeinheit mittels einer Trennwand **41b** gegenüber liegt.

[0058] In beiden Seitenwänden **41c** und den Trennwänden **41b** des Modulgehäuse-Hauptkörpers **41** sind Durchgangslöcher **47** jeweils an gegenüber liegenden Positionen ausgebildet. Diese Durchgangslöcher **47** sind so gestaltet, dass dann, wenn die laminierten Elementeinheiten **40** in den Elementkompartimenten **45** eingerichtet sind, die Positionen der Durchgangslöcher mit den Durchgangslöchern **39** der Metall-Stromkollektorplatten **37** übereinstimmen. Durch das Durchgangslloch **47** und das Durchgangslloch **39a** der laminierten Elementeinheit **40**, die an dem linken Ende in der [Fig. 5](#) angeordnet sind, wird ein externer Anschlussbolzen **49** eingesetzt und fixiert.

[0059] Die Abdichtung wird durch einen O-Ring zwischen dem externen Anschlussbolzen **49** und dem Durchgangslloch **39A** oder **47** sichergestellt. Das Gleiche gilt für das Durchgangslloch **47** und das Durchgangslloch **39B** der laminierten Elementeinheit **40**, die an dem rechten Ende in der [Fig. 5](#) angeordnet sind.

[0060] Ferner wird durch ein Durchgangslloch **47** einer Trennwand **41b** und ein Durchgangslloch **39A** oder **39B** der benachbarten laminierten Elementeinheit **40** ein interner Anschlussbolzen (nicht gezeigt) eingesetzt und fixiert. Die Abdichtung wird durch einen O-Ring zwischen dem internen Anschlussbolzen und dem Durchgangslloch **39A** oder **39B** sichergestellt.

[0061] Das Material für den O-Ring ist nicht speziell beschränkt, so lange es sich um ein Material handelt, das durch den verwendeten nicht-wässrigen Elektrolyten nicht erodiert wird. Beispielsweise kann zweck-

mäßig Fluorkautschuk, EPDM, Butylkautschuk oder Silikonkautschuk verwendet werden. Das Material für den internen Anschlussbolzen ist nicht speziell beschränkt, so lange dieser eine hohe elektrische Leitfähigkeit und eine hohe elektrochemische Korrosionsbeständigkeit aufweist, jedoch ist beispielsweise Aluminium oder eine Aluminiumlegierung bevorzugt.

[0062] Zwischen dem internen Anschlussbolzen und der Metall-Stromkollektorplatte **37** der laminierten Elementeinheit **40** wird zusätzlich zu der elektrischen Verbindung eine mechanische Fixierbehandlung der laminierten Elementeinheit **40** durchgeführt. Als solches Verfahren ist ein mechanisches Festziehen zwischen dem internen Anschlussbolzen und der Metall-Stromkollektorplatte **37** gebräuchlich, jedoch kann auch ein Schweißen, wie z.B. ein Laserschweißen oder ein Elektronenstrahlschweißen, eingesetzt werden.

[0063] Die laminierten Elementeinheiten **40** werden auf diese Weise in Reihe elektrisch verbunden. Durch Schließen und Abdichten durch die Modulgehäuse-Abdeckung **43** in diesem Zustand wird ein laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul, wie es in der [Fig. 7](#) gezeigt ist, erhalten.

[0064] Die Anzahl der Elementkompartimente **45**, die in dem Modulgehäuse-Hauptkörper **41** und der Modulgehäuse-Abdeckung **43** ausgebildet sind, ist nicht speziell beschränkt und kann optional abhängig von dem speziellen Zweck und der erforderlichen Modulspannung festgelegt werden. Üblicherweise beträgt sie jedoch vorzugsweise 2 bis 10.

[0065] Das Material für den Modulgehäuse-Hauptkörper **23** und die Modulgehäuse-Abdeckung **25** wird unter Berücksichtigung der elektrischen Isoliereigenschaften, der mechanischen Festigkeit, der Feuchtigkeitsabschirmungseigenschaften und der Beständigkeit gegen den nicht-wässrigen Elektrolyten, der verwendet werden soll, zweckmäßig ausgewählt.

[0066] In einem gewöhnlichen Fall ist z.B. ein Polyolefin (PP, PE), ein Polyethylenterephthalat (PET), ein Polyparaphenylensulfid (PPS), ein Polyimid oder ein Polyamidimid geeignet. Eine Polymerlegierung, die ein solches Polymer enthält, kann ebenfalls verwendet werden. Um ferner die Festigkeit zu erhöhen, kann ein Füllstoff, wie z.B. anorganische Fasern, zugemischt werden, oder um das Hindurchdringen von Feuchtigkeit zu verhindern, kann eine Oberflächenbehandlung angewandt werden.

[0067] Ferner können die internen Anschlussbolzen und die externen Anschlussbolzen **49** auch durch Formen angebracht werden, so dass sie mit den inneren Trennwänden des geschlossenen Behälters integral sind, so dass ein guter Abdichtungszustand sichergestellt werden kann. Das Verfahren zum Ab-

dichten bzw. Versiegeln der Abdeckung, die aus einem Harz hergestellt ist, und des Modulgehäuses, das aus einem Harz hergestellt ist, kann z.B. ein Verschmelzen durch Wärmeschmelzen, ein Ultraschallwellenschmelzen, ein Kleben mittels verschiedener Abdichtungsmittel, Heißkleber oder Haftmittel, oder ein Pressversiegeln durch ein Verpackungsmaterial sein.

[0068] Wie es vorstehend beschrieben worden ist, ist es erfindungsgemäß möglich, die Energiedichte pro Volumen oder pro Gewicht als Modulenergiequelle zu erhöhen. Ferner kann das Verfahren bis zur Herstellung der fertiggestellten laminierten Modulenergiequelle vereinfacht werden, und die Anzahl der benötigten Komponenten ist gering, wodurch die Produktivität hervorragend ist und die Kosten gesenkt werden können. Ferner können benachbarte Einheitszellen in dem minimalen Abstand verbunden werden, ohne dass Sammelschienenleiter oder dergleichen erforderlich sind, wodurch der Widerstand als Modulenergiequelle niedrig gemacht werden kann.

Patentansprüche

1. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul, umfassend:

Elektrodenanordnungen **(31)** für positive und negative Elektroden, jeweils gegenüber angeordnet, welche jeweils eine Metall-Stromsammelfolie **(33)** und eine Elektroden-schicht **(35A)**, **(35B)** aus einem Material mit einer großen Oberfläche, gebildet auf mindestens einer Oberfläche der Folie, außer einem Endstreifenabschnitt **(33a)**, entlang einem Seitenende der Folie, umfassen;

einen Ionen-durchlässigen Separator **(2)**, angeordnet zwischen den angrenzenden Elektrodenanordnungen, um die jeweiligen Elektroden-schichten voneinander zu trennen;

eine Metall-Stromsammelfolie **(37A)** für positive Elektroden und eine Metall-Stromsammelfolie **(37B)** für negative Elektroden, elektrisch mit dem Endstreifenabschnitt jeder Elektrodenanordnung für die positive Elektrode bzw. dem Endstreifenabschnitt jeder Elektrodenanordnung für die negative Elektrode verbunden;

einen Elektrolyten und

ein Modulgehäuse;

wobei:

a) die Elektrodenanordnungen **(31)** für positive und negative Elektroden alternierend in Vielzahl derart laminiert sind, daß die jeweiligen Endstreifenabschnitte **(33a)** von den Separatoren **(2)** auf gegenüberliegenden Seiten hervorspringen, um ein laminiertes Element zu bilden;

b) die Metall-Stromsammelfolie **(37A)** für positive Elektroden an dem Ende des laminierten Elements auf der Seite angeordnet ist, an welcher die Endstreifenabschnitte **(33a)** der Metall-Stromsammelfolien

(33) für positive Elektroden von den Separatoren hervorspringen;

c) die Metall-Stromsammelfolie **(37B)** für negative Elektroden an dem Ende des laminierten Elements auf der Seite angeordnet ist, an der die Endstreifenabschnitte **(33a)** der Metall-Stromsammelfolien für negative Elektroden von den Separatoren hervorspringen;

d) die Elektrodenanordnungen **(31)**, die Separatoren **(2)**, die Stromsammelfolie **(37A)** für positive Elektroden und die Stromsammelfolie **(37B)** für negative Elektroden integriert sind, um eine laminierte Elementeinheit aufzubauen;

e) eine Vielzahl solcher laminierten Elementeinheiten **(40)** vorgesehen sind, und diese jeweils eingerichtet und geschützt sind in einem von Elementkompartimenten **(45)**, gebildet in einer Vielzahl in dem Modulgehäuse; und

f) die Vielzahl der laminierten Element-Einheiten **(40)**, eingerichtet in der Vielzahl der Elementkompartimente **(45)**, elektrisch in Reihe verbunden sind.

2. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul gemäß Anspruch 1, wobei das Modulgehäuse ein Modulgehäuse-Hauptkörper **(41)**, angeordnet mit den Elementkompartimenten **(45)**, und eine Modulgehäuse-Abdeckung, um den Modulgehäuse-Hauptkörper zu schließen, umfasst.

3. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul gemäß Anspruch 2, welches mit einem Verbindungsmittel, verbunden mit der Stromsammelfolie für positive Elektroden und/oder der Stromsammelfolie für negative Elektroden durch eine Trennwand **(41b)**, welche die angrenzenden Elementkompartimente **(45)** des Modulgehäuse-Hauptkörpers aufteilt, oder durch beide Seitenwände **(41c)** des Modulgehäuse-Hauptkörpers **(41)**, versehen ist.

4. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei an jeder der positiven Elektroden und der negativen Elektroden der Endstreifenabschnitt **(33a)** der Metall-Stromsammelfolie **(33)** und die Metall-Stromsammelfolie **(37A)**, **(37B)** durch Schweißen gebunden sind.

5. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die angrenzenden zwei laminierten Elementanordnungen **(40)**, eingerichtet in den Elementkompartimenten **(45)**, derart angeordnet sind, daß die Metall-Stromsammelfolie **(37A)** für positive Elektroden von einer laminierten Elementeinheit der Metall-Stromsammelfolie **(37B)** für negative Elektroden der anderen laminierten Elementeinheit über eine Trennwand **(41b)** gegenüberliegt.

6. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkon-

densatormodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Modulgehäuse aus einem Polyolefin, einem Polyethylenterephthalat, einem Polyparaphenylen-sulfid, einem Polyimid, einem Polyamid oder einer Polymerlegierung, enthaltend solche Polymere, ist.

7. Laminiertes elektrisches Doppelschichtkondensatormodul gemäß Anspruch 6, wobei der Elektrolyt ein nicht-wässriger Elektrolyt ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

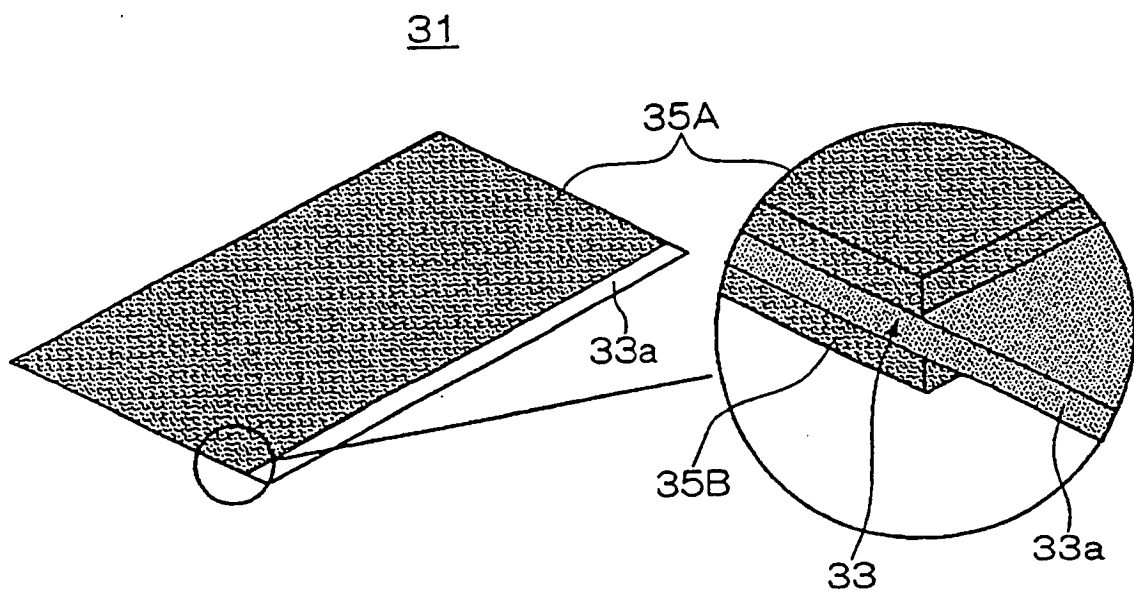


Fig. 2

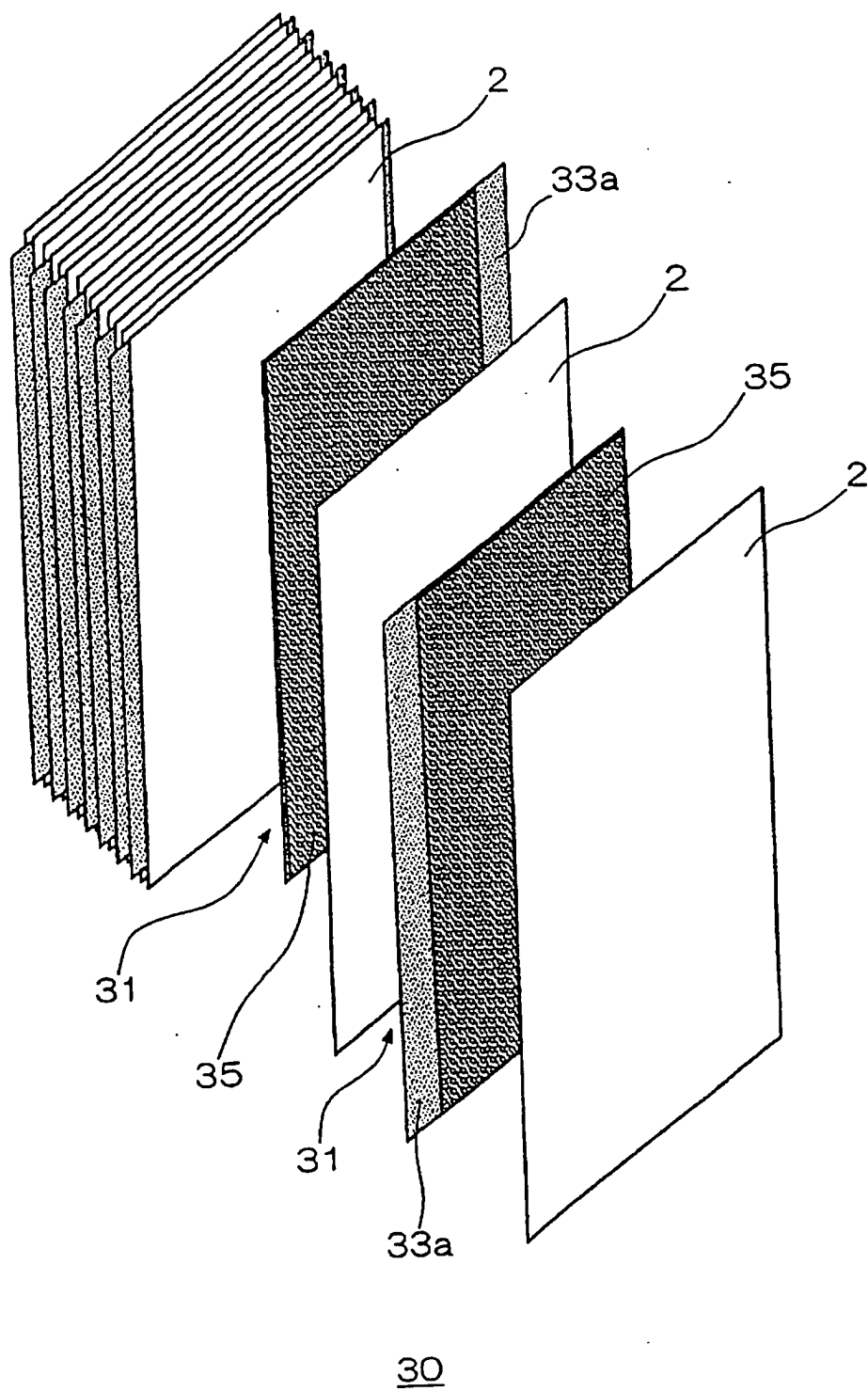


Fig. 3

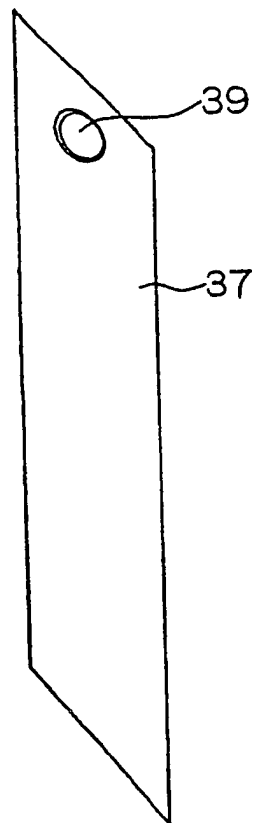


Fig. 4

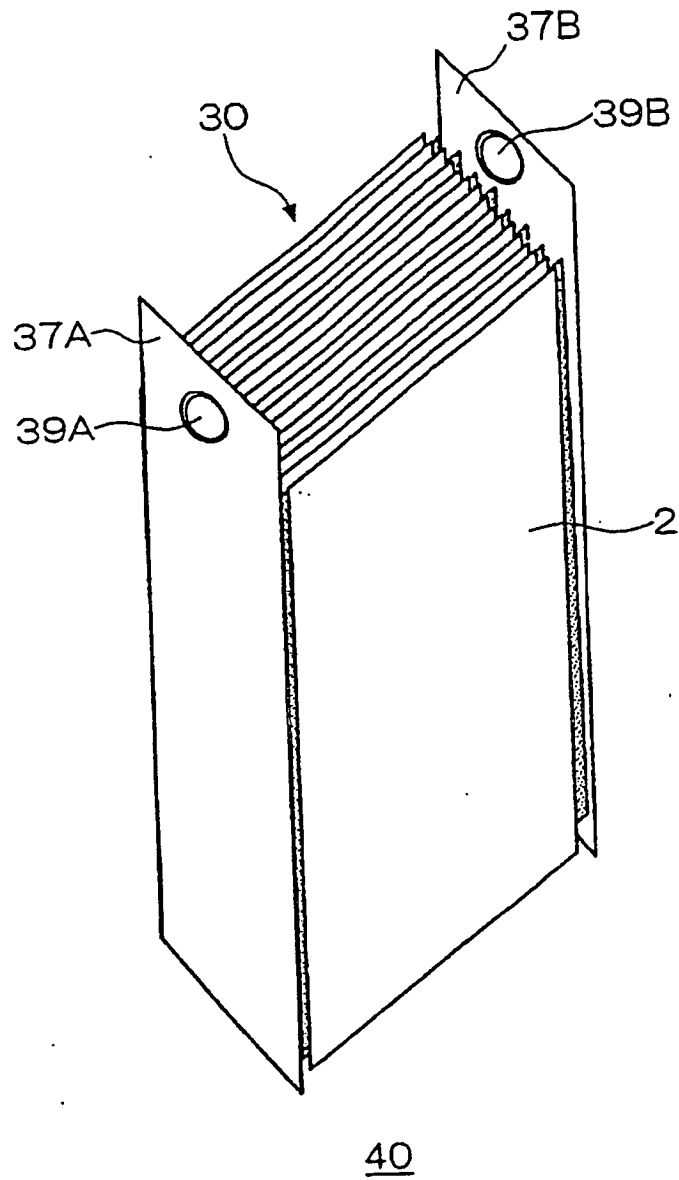


Fig. 5

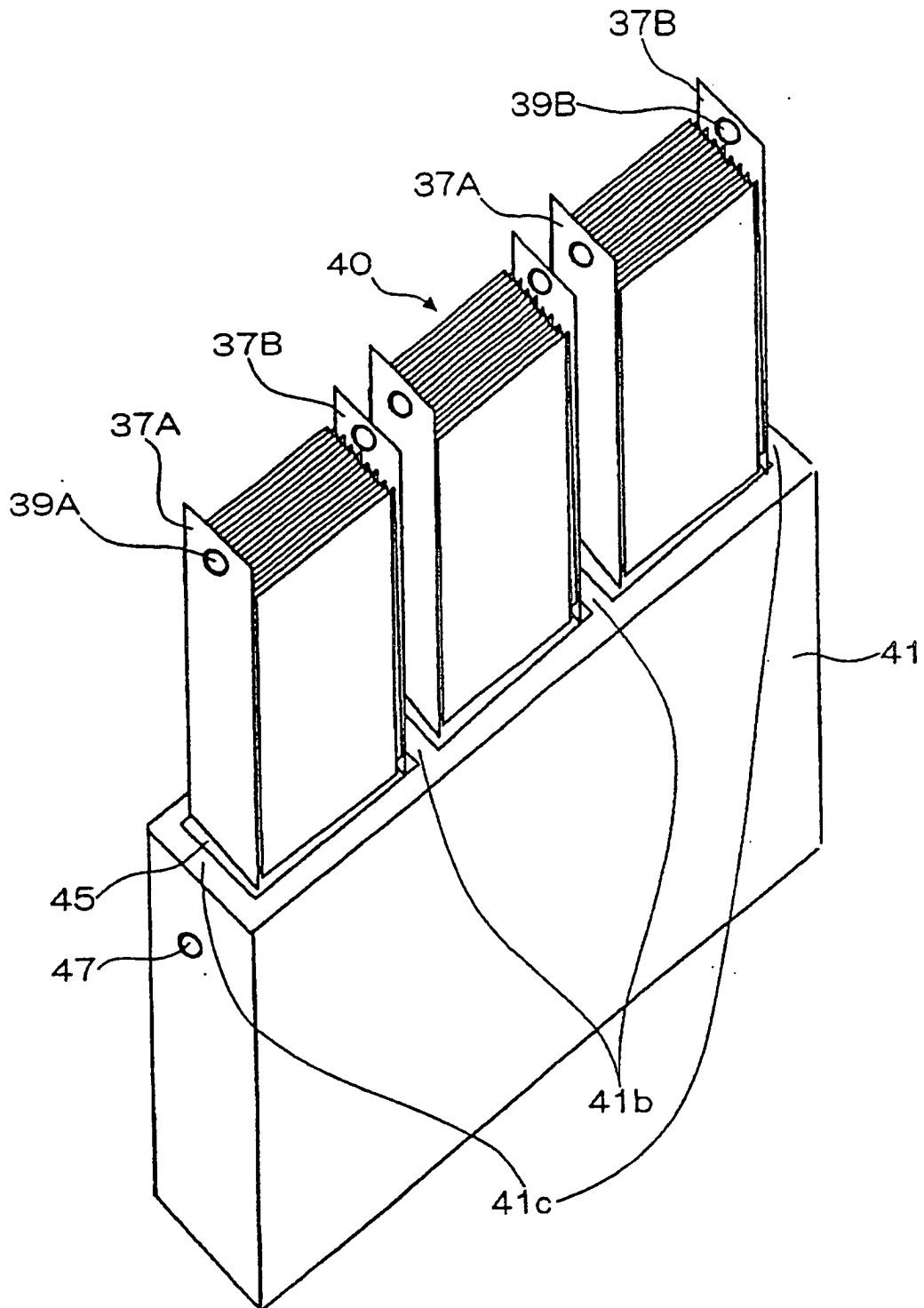


Fig. 6

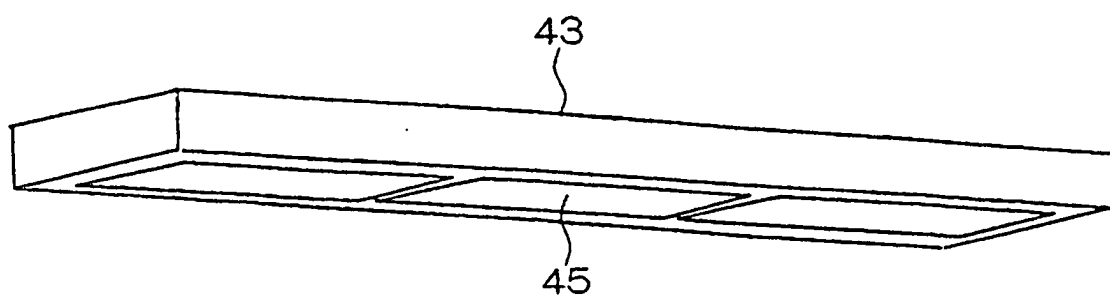


Fig. 7

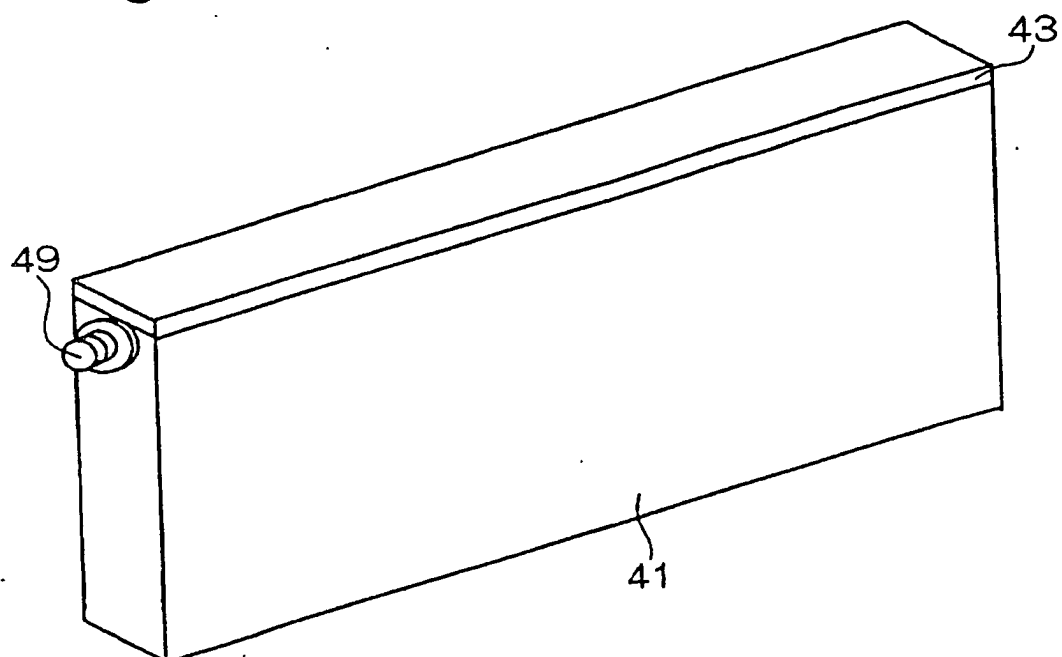
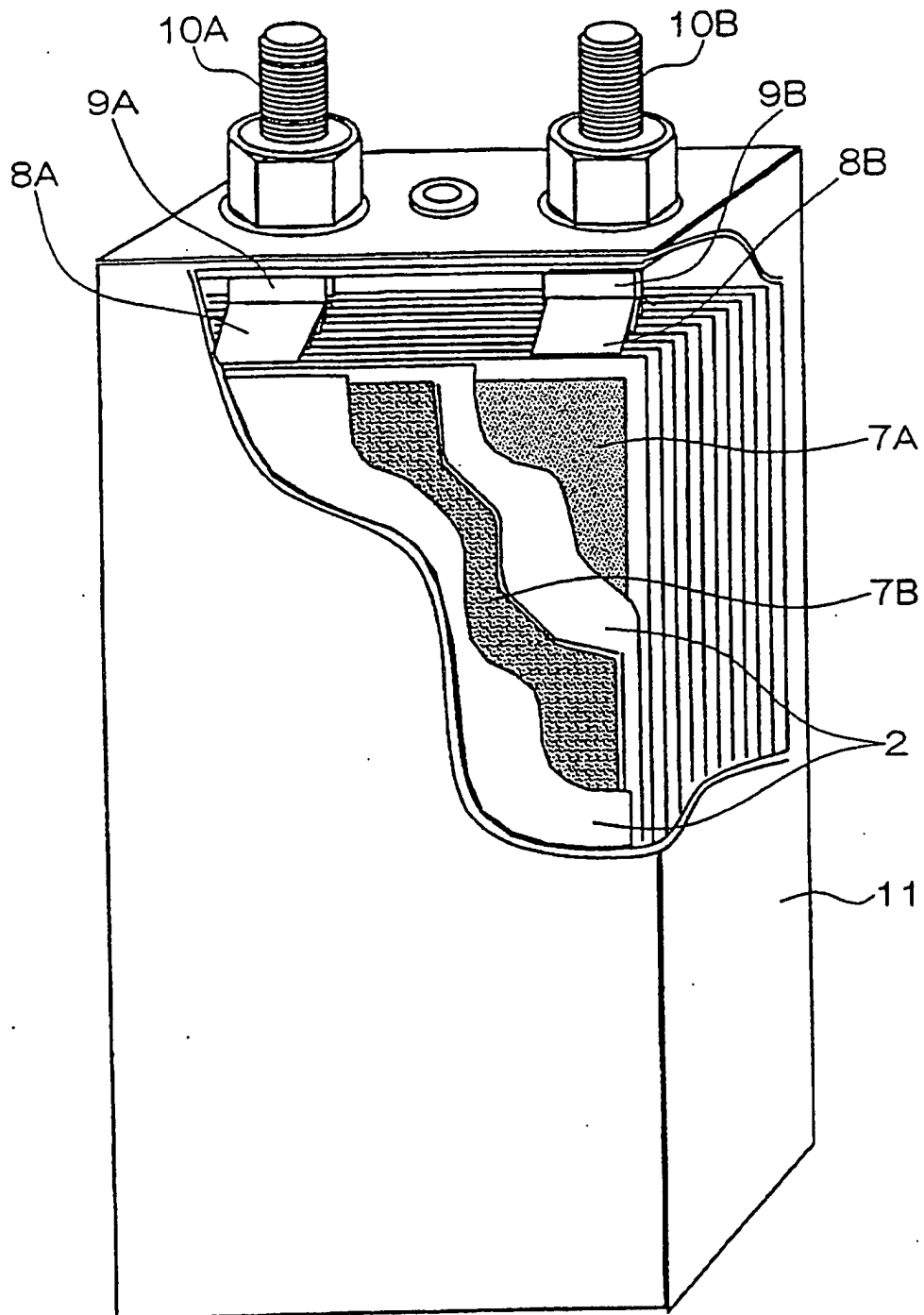


Fig. 8



20

Fig. 9

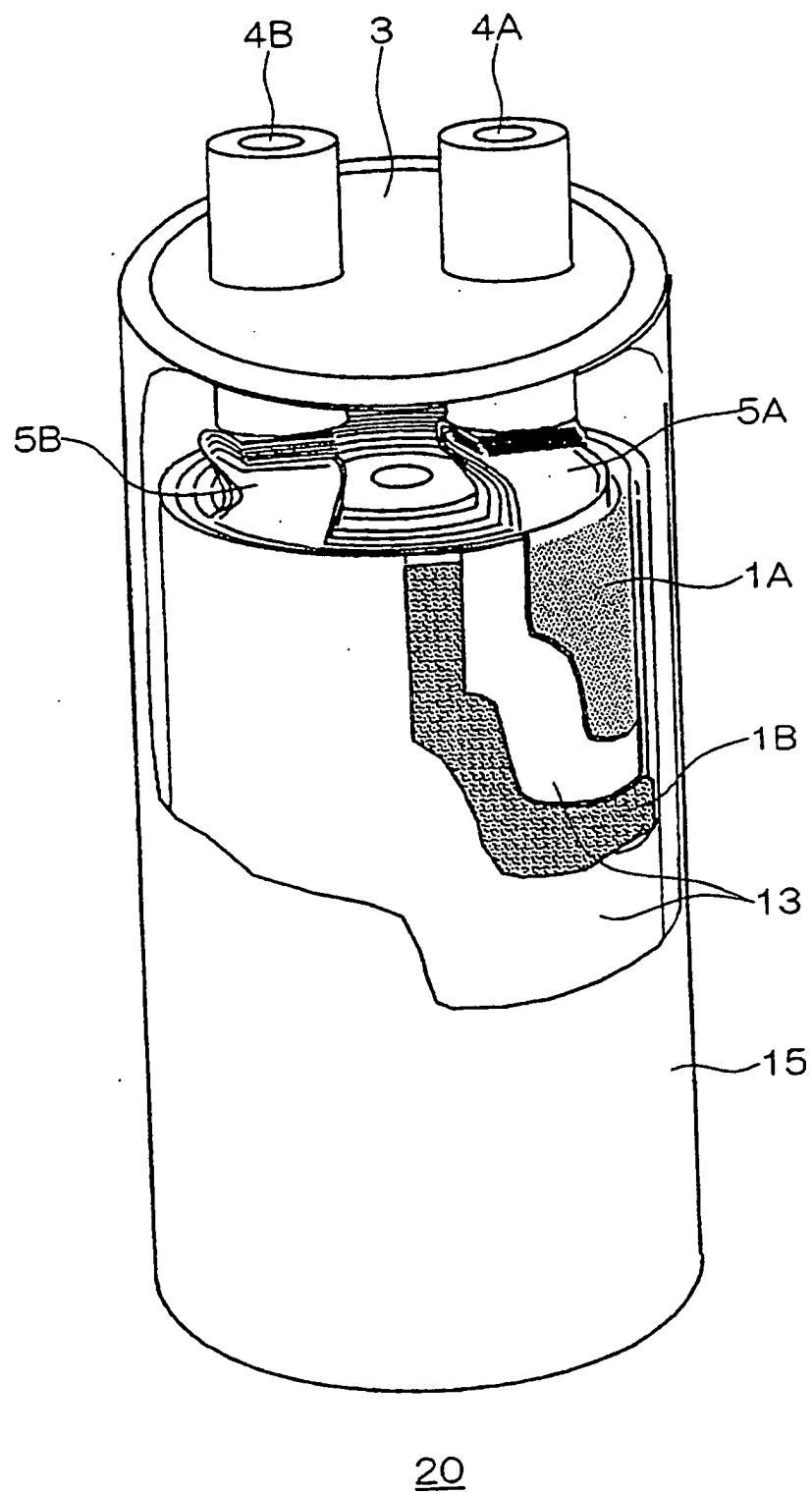


Fig. 10

