



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 195 04 818 B4 2005.12.15**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **195 04 818.0**
 (22) Anmeldetag: **14.02.1995**
 (43) Offenlegungstag: **17.08.1995**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **15.12.2005**

(51) Int Cl.7: **H01M 2/14**
H01M 6/02, H01M 6/22

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
42028/94 16.02.1994 JP

(73) Patentinhaber:
Hitachi Maxell, Ltd., Ibaraki, Osaka, JP

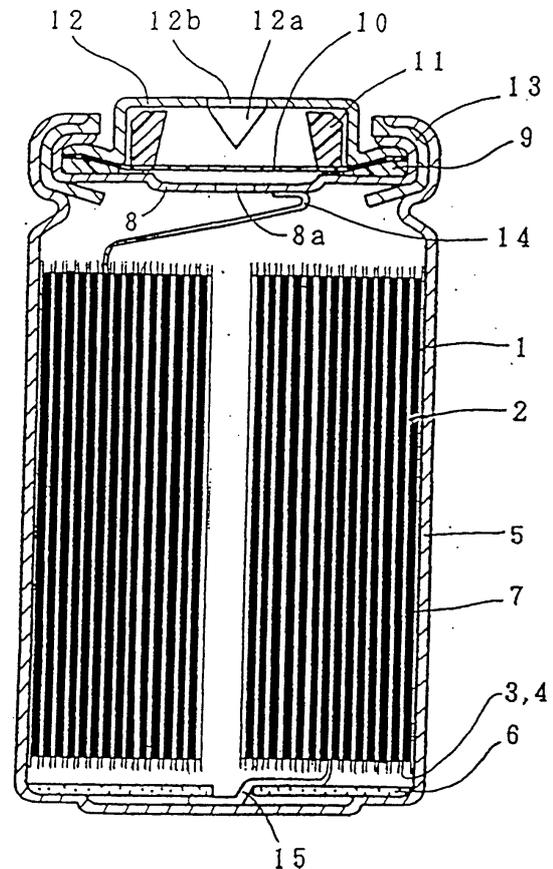
(74) Vertreter:
**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,
 50667 Köln**

(72) Erfinder:
**Kita, Fusaji, Suita, Osaka, JP; Kato, Akira, Toride,
 Ibaraki, JP; Harada, Tomohiro, Takatsuki, Osaka,
 JP; Kawakami, Akira, Takatsuki, Osaka, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 41 27 210 A1
EP 03 90 145 A2

(54) Bezeichnung: **Aus Schichten aufgebaute Zelle**

(57) Hauptanspruch: Aus Schichten aufgebaute Zelle, umfassend wenigstens ein Paar positiver und negativer Elektroden, eine organische Elektrolytlösung und wenigstens eine Trennvorrichtung, die zwischen dem Elektrodenpaar vorliegt, worin die Trennvorrichtung ein Flüssigkeits-Retentionsvermögen von wenigstens 1,5 cm³/g hat, und die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle wenigstens 0,2 cm³/cm³ und weniger als 0,4 cm³/cm³ beträgt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine aus Schichten aufgebaute Zelle, umfassend Elektroden und eine Elektrolytlösung. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine schichtförmig aufgebaute Zelle mit verbesserter Sicherheit.

[0002] Eine Schichtförmig aufgebaute Zelle, umfassend Lithium als ein aktives, negatives Elektrodenmaterial, Mangandioxid als ein aktives, positives Elektrodenmaterial und eine Elektrolytlösung aus organischem Lösungsmittel – ein typisches Beispiel dafür ist eine Lithium-Mangandioxidzelle – wird in zunehmendem Maße verwendet, da sie eine hohe Energiedichte, ein geringes Gewicht und eine lange Lebensdauer hat.

Stand der Technik

[0003] DE 41 27 210 A1 beschreibt eine versiegelte Bleibatterie, die zur Verlängerung der Lebensdauer der Batterie neben einer wässrigen Elektrolytlösung eine spezifische Trennvorrichtung aufweist.

[0004] EP 0 390 145 A2 beschreibt eine Zelle enthaltend einen organischen Elektrolyten, befasst sich jedoch nicht mit dem Problem der Sicherheit der Zelle und beschreibt insbesondere keine spezifisch ausgestaltete Trennvorrichtung.

[0005] Kürzlich wendete sich die Aufmerksamkeit der Anwendung einer aus Schichten aufgebaute Zelle zu, umfassend eine organische Elektrolytlösung als eine sekundäre Zelle; und eine derartige Zelle wird im Handel als eine Lithiumionenzelle verkauft. Bei der Lithiumionenzelle verwendet man LiCoO_2 als eine positive Elektrode und eine Kohlenstoff-Verbindung als eine negative Elektrode; und sie kann eine hohe Spannung erzeugen.

[0006] Mit zunehmender Zelldichte und der Verbesserung der Entladungseigenschaften einer derartigen Zelle, neigt die Zelle dazu, ihre Sicherheit zu verlieren. Mit zunehmender Dichte kann die Elektrolytlösung nicht in genügendem Maße in das gesamte Volumen der Zelle eindringen.

Aufgabenstellung

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine aus Schichten aufgebaute Zelle bereitzustellen, die verbesserte Sicherheit aufweist, wobei andere Eigenschaften der Zelle beibehalten oder verbessert werden.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine aus Schichten aufgebaute Zelle bereitgestellt, umfassend wenigstens ein Paar positiver und negativer Elektroden, eine organische Elektrolytlösung und wenigstens eine Trennvorrichtung (einen Separator), die zwischen dem Elektrodenpaar vorliegt, worin die Trennvorrichtung ein Flüssigkeits-Retentionsvermögen von wenigstens $1,5 \text{ cm}^3/\text{g}$ hat, und die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle wenigstens $0,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ und weniger als $0,4 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ beträgt.

[0009] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine aus Schichten aufgebaute Zelle bereitgestellt, umfassend wenigstens ein Paar positiver und negativer Elektroden, eine organische Elektrolytlösung und wenigstens eine Trennvorrichtung, die zwischen dem Elektrodenpaar vorliegt, worin die Trennvorrichtung an ihrer Oberfläche ein Verhältnis von Sauerstoff zu Kohlenstoffatomen (O/C) von wenigstens 8 zu 92 hat, und die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle wenigstens $0,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ und weniger als $0,4 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ beträgt.

[0010] Die Figur zeigt eine schematische Schnittansicht einer aus Schichten aufgebauten Zelle gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0011] In der vorliegenden Erfindung umfasst eine aus Schichten aufgebaute Zelle von hoher Dichte verschiedene Elektrodenpaare, wobei jedes einen Satz aus einer positiven Elektrode, einer Trennvorrichtung, einer negativen Elektrode und einer Trennvorrichtung umfaßt, oder wenigstens ein Elektrodenpaar, umfassend eine positive Elektrode, eine Trennvorrichtung und eine negative Elektrode in gewickelter Form.

[0012] Zum Beispiel hat die Zelle eine Struktur, dargestellt durch:

– (+)/S/(–)/S/(+)/S/(–) – oder
– (+)M(+)/S/(–) M'(–)/S/(+)M(+)/S/(–)M'(–) –,

worin (+) eine positive Elektrode, (-) eine negative Elektrode darstellt; S eine Trennvorrichtung ist und jedes M und M' ein Kollektormetall ist.

[0013] Die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, bedeutet die Länge aller Seiten der Elektrode, die einer anderen Elektrode durch eine Trennvorrichtung gegenüberliegt. Wenn z.B. eine negative Elektrode einer positiven Elektrode der gleichen Größe oder einer größeren Größe gegenüberliegt, ist die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, die Umfangslänge der negativen Elektrode. Wenn eine negative Elektrode sandwichartig zwischen einem Paar positiver Elektroden durch entsprechende Trennvorrichtungen angeordnet ist, ist die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt das Doppelte der Umfangslänge der negativen Elektrode.

[0014] Wenn das Innenvolumen der Zelle zunimmt, werden die Elektroden vergrößert und dann nimmt die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, zu. Da sich jedoch die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheitsvolumen der Zelle nicht wesentlich ändert, ist dieser Faktor ein wirksames Kriterium, um einen Grad der Verdichtung der inneren Zellstruktur auszudrücken.

[0015] Der Grund dafür, warum sich die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle, als derartiges Kriterium verwendet wird, wird erklärt.

[0016] Im Laufe der Entwicklung einer Zelle mit hoher Dichte und mit ausgezeichneten Eigenschaften, wurde eine Zelle hergestellt, die ausgezeichnete Eigenschaften aufweist, so daß sie bei einer hohen Stromstärke entladen werden konnte. Jedoch wurde bei der Untersuchung der Sicherheit einer derartigen Zelle gefunden, daß eine Zelle mit besseren Eigenschaften dazu neigte, weniger Sicherheit bei übermäßiger Entladung oder Überlastung aufzuweisen.

[0017] Der Grund für die geringere Sicherheit wurde weiter untersucht und es wurde gefunden, daß im Fall anormaler Bedingungen wie übermäßiger Entladung oder Überlastung Metallionen in der Elektrolytlösung zu einem Metall reduziert und an einer Elektrode abgeschieden wurden; und daß die Menge des abgeschiedenen Metalls zunahm und eine gegenüberliegende Elektrode unter Auslösung eines Kurzschlusses erreichte, wobei anormales Erwärmen oder Rauchentwicklung verursacht wurde. Weiterhin wurde gefunden, daß ein derartiger innerer Kurzschluß in großem Maße in einem Umfangsbereich der Elektrode gebildet wurde.

[0018] Demgemäß nimmt der Grad der Gefährlichkeit der Zelle zu, wenn die Umfangslänge der Elektrode pro Einheits-Innenvolumen der Zelle zunimmt. Gemäß der Untersuchung begannen einige Zellen anormale Wärme bei übermäßiger Entladung oder Überlastung zu bilden, wenn die Umfangslänge der Elektrode pro Einheits-Innenvolumen der Zelle 15 cm/cm^3 überstieg. Der Gefährlichkeitsgrad der Zelle nahm insbesondere dann weiter zu, wenn die Umfangslänge der Elektrode pro Einheits-Innenvolumen der Zelle 17 cm/cm^3 überstieg.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann das obige Problem durch Verwendung einer Trennvorrichtung gelöst werden, die ein hohes Flüssigkeits-Retentionsvermögen aufweist. Gemäß den Ergebnissen der Untersuchung nimmt die Sicherheit der Zelle zu, wenn das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung wenigstens $1,5 \text{ cm}^3/\text{g}$ beträgt. Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung ist vorzugsweise wenigstens $3,0 \text{ cm}^3/\text{g}$, bevorzugter wenigstens $4,5 \text{ cm}^3/\text{g}$.

[0020] Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung wird wie folgt gemessen: Die Trennvorrichtung wird aus der Zelle entfernt und auf eine Größe von $2 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ ausgeschnitten und das ausgeschnittene Teil der Trennvorrichtung wird in Propylencarbonat eingetaucht und herausgezogen. Nach 5 Sekunden wird das Gewicht (W_1) des zugeschnittenen Teils plus Propylencarbonat gemessen. Nach dem Waschen mit Aceton und 2-stündigem Trocknen bei 80°C , wird das Gewicht (W_2) des zugeschnittenen Teils gemessen. Dann wurde ein Verhältnis $(W_1 - W_2)/(d \times W_2)$ [cm^3/g] erstellt, worin d die spezifische Dichte des Propylencarbonats ist ($1,2 \text{ g/cm}^3$ bei 25°C). Die obige Messung wurde wenigstens fünfmal wiederholt und die erhaltenen Verhältnisse wurden gemittelt und als das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung verwendet.

[0021] Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung wird durch die Struktur der Trennvorrichtung, Lipophilie an der Oberfläche der Trennvorrichtung, und dergleichen beeinflusst. Um das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung durch Lipophilie auf ihrer Oberfläche zu verbessern, wird das Atom-Verhältnis von Sauerstoff zu Kohlenstoff (O/C-Verhältnis) auf der Oberfläche der Trennvorrichtung vorzugsweise groß gemacht. Vorzugsweise beträgt das O/C-Verhältnis wenigstens 8 zu 92, stärker bevorzugt we-

nigstens 0,15 (15 Atom-%). Wahrscheinlich kann das O/C-Verhältnis von dem Verhältnis der Menge einer lipophilen Gruppe wie -CO-O-, -CO-, -COH, -SO₂, usw., zu der Menge der Kohlenstoffatome in einem mikroporösen Film aus Polyolefin, der als ein Basisfilm der Trennvorrichtung verwendet wird, abhängen.

[0022] Dann wird die obige lipophile Gruppe vorzugsweise auf der Oberfläche der Trennvorrichtung eingeführt. Wenn man die Oberfläche der Trennvorrichtung durch Zugabe eines Tensids oder eines hydrophilen Polymers lipophil macht, wird das Tensid oder das hydrophile Polymer in einer Menge verwendet, die größer als die notwendige Menge ist, da es in der Elektrolytlösung abtropft oder in der Elektrolytlösung gelöst wird, so daß das O/C-Verhältnis kleiner wird als das anfängliche Verhältnis; und dann wird die Flüssigkeits-Rententionsfähigkeit verschlechtert.

[0023] Das O/C-Verhältnis wird wie folgt berechnet:

Die Trennvorrichtung wird aus der Zelle entfernt und mit Aceton gewaschen. Nach dem 2-stündigen Trocknen bei 50°C wurde die Trennvorrichtung bei Raumtemperatur (20°C) und 60% relativer Feuchtigkeit 1 Tag stehen gelassen und es wurden die Peak-Intensitäten, die Sauerstoff und Kohlenstoff entsprechen, durch Röntgenstrahlen-Photoelektronenspektroskopie (XPS) gemessen. Aus den Peak-Intensitäten wird das O/C-Verhältnis berechnet.

[0024] Um weiterhin die Sicherheit der Zelle zu verbessern, wird die Menge der Elektrolytlösung auf angemessene Weise eingestellt. D.h., die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle beträgt wenigstens 0,2 cm³/cm³ und weniger als 0,4 cm³/cm³, mehr bevorzugt wenigstens 0,2 cm³/cm³ und weniger als 0,25 cm³/cm³. Beträgt diese Menge wenigstens 0,2 cm³/cm³, erreichen die Zelleigenschaften bestimmte Niveaus. Wenn diese Menge weniger als 0,4 cm³/cm³ beträgt, nimmt die Menge der Elektrolytlösung, die in einem freiem Zustand vorliegt, ab und es verbessert sich die Sicherheit der Zelle.

[0025] Wenn die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle zunimmt und die Gesamtdicke der positiven und negativen Elektroden gering ist, verschlechtert sich die Sicherheit der Zelle und deshalb ist die Auswirkung der vorliegenden Erfindung bei einer Zelle, die derartige Eigenschaften hat, bemerkenswert. Die Zunahme der Sicherheit der Zelle gemäß der vorliegenden Erfindung ist dann bemerkenswert, wenn das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle und der Gesamtdicke der positiven und negativen Elektrode vorzugsweise wenigstens 260 cm⁻³, mehr bevorzugt wenigstens 500 cm⁻³ und am meisten bevorzugt wenigstens 700 cm⁻³ beträgt.

[0026] Wenn die Anzahl der Schichten aus dem Elektrodenpaar wenigstens 10 beträgt, vorzugsweise wenigstens 15, akkumuliert sich gebildete Wärme, wenn sich der Kurzschluss in der Zelle ereignet. In diesem Fall ist die vorliegende Erfindung vorteilhaft für die Zelle, die die obige Anzahl an Beschichtungen des Elektrodenpaars hat.

[0027] Zusätzlich wird die vorliegende Erfindung vorteilhaft in der Zelle angewendet, bei der als Elektrolytlösung eine brennbare organische Elektrolytlösung verwendet wird, da die Elektrolytlösung sich entzündet und sich die Schäden vergrößern, wenn die Zelle unter anormalen Bedingungen zum Betreiben eines Abzugs verwendet wird.

[0028] Eine Abschalt-Temperatur ist für die Sicherheit der Zelle wichtig. In der vorliegenden Erfindung ist die Abschalt-Temperatur definiert als eine Temperatur, bei der der Widerstand der Trennvorrichtung in der Elektrolytlösung um wenigstens das zehnfache des Widerstands bei Raumtemperatur (25°C) zunimmt. Wenn die Abschalt-Temperatur 140°C oder weniger beträgt, verstopft die Trennvorrichtung schnell, wenn die Zelle erwärmt wird, so daß Ionen kaum durch die Trennvorrichtung hindurchgehen können, und andererseits ein elektrischer Strom, der durch die Trennvorrichtung hindurchgeht, abnimmt, wobei sich die Zelle nicht auf eine hohe Temperatur erwärmt.

[0029] Wenn die vorliegende Erfindung auf eine Zelle mit einer organischen Elektrolytlösung angewendet wird, worin LiClO₄, LiPF₆, LiBF₄ oder LiAsF₆ als ein Elektrolyt verwendet werden kann, wird es bevorzugt als einen Elektrolyten, ein Alkalimetallsalz oder Erdalkalimetallsalz, umfassend eine -SO₂-Bindung oder eine -CO-Bindung und eine Fluoralkylgruppe zu verwenden. Zum Erreichen einer hohen Leitfähigkeit hat die Fluoralkylgruppe vorzugsweise 1 bis 8 Kohlenstoffatome, mehr bevorzugt 2 bis 6 Kohlenstoffatome.

[0030] Bevorzugte Beispiele derartiger Salze, die als Elektrolyt verwendet werden können, sind LiC₂F₅SO₃, LiC₃F₇SO₃, LiC₄F₉SO₃, (CF₃SO₂)₃NLi, (CF₃SO₂)₃ClI und dergleichen.

[0031] Beispiele für Lösungsmittel der Elektrolytlösung sind Ester (z.B. Propylencarbonat, Ethylencarbonat, Butylencarbonat, γ -Butyrolacton, γ -Valerolacton, usw.), Schwefel-Verbindungen (z.B. Sulfolan, Dimethylsulfoxid, usw.), Ether (z.B. 1,2-Dimethoxyethan, Dimethoxymethan, Dimethoxypropan, 1,3-Dioxolan, Tetrahydrofuran, 2-Methyltetrahydrofuran, usw.) und dergleichen. Diese Lösungsmittel können unabhängig voneinander oder als eine Mischung aus zweien oder mehreren derselben verwendet werden.

[0032] Unter ihnen ist ein Lösungsmittel, das einen hohen prozentualen Anteil an Ester enthält, insbesondere Carbonate wie Ethylencarbonat, mehr bevorzugt, da die Trennvorrichtung weniger feucht ist und die Wirkung des hohen Flüssigkeits-Rentionsvermögens auf bemerkenswerte Weise erreicht wird. Der prozentuale Anteil des Esters, insbesondere des Carbonats, in dem Lösungsmittel beträgt vorzugsweise wenigstens 50 Gew.-%, mehr bevorzugt wenigstens 80 Gew.-%, am meisten bevorzugt 90 Gew.-%.

[0033] Vorzugsweise hat das Lösungsmittel eine hohe durchschnittliche Viskosität, da wiederum die Trennvorrichtung weniger feucht ist und die Wirkung des hohen Flüssigkeits-Rentionsvermögens auf bemerkenswerte Weise erreicht wird. Die durchschnittliche Viskosität des Lösungsmittelgemischs wird durch die Formel:

$$\Sigma(\eta_i \times v_i)/100$$

ausgedrückt, worin η_i die Viskosität eines Lösungsmittels (i) und v_i der vol.-proz. Anteil des Lösungsmittels i ist.

[0034] Z.B. ist die durchschnittliche Viskosität einer Mischung aus Ethylencarbonat (EC) und Methylethylcarbonat (MEC) eines Volumenverhältnisses von 1:1 ($\eta_{EC} \times 50 + \eta_{MEC} \times 50$)/100, was 1,3 mPas entspricht.

[0035] Vorzugsweise ist die durchschnittliche Viskosität des Lösungsmittels wenigstens 1 mPas, mehr bevorzugt wenigstens 1,3 mPas, am meisten bevorzugt wenigstens 1,5 mPas.

[0036] Die negative Elektrode umfaßt ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, eine Legierung eines derartigen Metalls (z.B. Li-Al, Li-In, usw.), eine Kohlenstoffverbindung wie Graphit, in den Lithium eingelagert ist.

[0037] Das Flüssigkeits-Rentionsvermögen der negativen Elektrode ist in den vorliegenden Erfindung auch wichtig. Für die Verbesserung der Sicherheit der Zelle ist dieses Flüssigkeits-Rentionsvermögen vorzugsweise wenigstens 0,8, mehr bevorzugt wenigstens 1,1, am meisten bevorzugt wenigstens 1,4.

[0038] Das Flüssigkeits-Rentionsvermögen der negativen Elektrode wird wie folgt gemessen: Die negative Elektrode wird in einer trockenen Atmosphäre aus der Zelle, die entladen worden war, entfernt und auf eine Größe von 2 cm \times 5 cm zugeschnitten. Dann wird das zugeschnittene Teil der negativen Elektrode 3 Stunden in Propylencarbonat eingetaucht und herausgezogen. Nach 5 Sekunden wird das Gewicht (WA_1) des zugeschnittenen Teils mit Propylencarbonat gemessen. Das zugeschnittene Teil wird dann mit Dimethylcarbonat gewaschen, wird 3 Stunden in Dimethylcarbonat eingetaucht und abgewischt, anschließend 5 Stunden bei 100°C unter reduziertem Druck getrocknet. Es wird das Gewicht (WA_2) nur des zugeschnittenen Teils der negativen Elektrode gemessen. Nach dem Messen der Dicke der negativen Elektrode wird das Gewicht des Kollektors (WAC) aus dem Gesamtgewicht des zugeschnittenen Teils abgeleitet und die Dichte (DA) der negativen Elektrode, ausgenommen dem Kollektor, berechnet. Dann wird das Verhältnis von $[(WA_1 - WA_2)/d]/[(WA_2 - WAC)/DA]$ (dimensionslos) berechnet, worin d die spezifische Dichte des Propylencarbonats (1,2 g/cm³ bei 25°C) ist. Die obige Messung wird wenigstens fünfmal wiederholt und die erhaltenen Werte werden gemittelt.

[0039] Da das Flüssigkeits-Rentionsvermögen der negativen oder positiven Elektrode sich mit dem Elektrodenmaterial ändert, wird sie als ein Wert pro Einheitsvolumen des aktiven Elektrodenmaterials angegeben.

[0040] Die positive Elektrode umfaßt ein aktives Material (z.B. Manganoxid, Vanadiumoxid, Chromoxid, Lithium-Cobalt-Oxid, Lithium-Nickel-Oxid, usw.), ein elektrisch leitfähiges Hilfsmittel und ein Bindemittel. Die Mischung dieser Materialien wird zusammen mit einem Kollektor, z.B. aus rostfreiem Stahl, ausgeformt.

[0041] In der vorliegenden Erfindung hat die positive Elektrode vorzugsweise ein großes Flüssigkeits-Rentionsvermögen. Für die Verbesserung der Sicherheit der Zelle beträgt sie vorzugsweise wenigstens 0,5, mehr bevorzugt wenigstens 0,8, am meisten bevorzugt wenigstens 1,0.

[0042] Das Flüssigkeits-Rentionsvermögen der positiven Elektrode kann auf ähnliche Weise wie bei der Messung des Flüssigkeits-Rentionsvermögens der negativen Elektrode gemessen werden. D.h. die positive

Elektrode wird aus der Zelle, die entladen worden war, entfernt und auf eine Größe von 2 cm × 5 cm zugeschnitten. Dann wird das zugeschnittene Teil der positiven Elektrode 3 Stunden in Propylencarbonat eingetaucht und herausgezogen. Nach 5 Sekunden wird das Gewicht (WC_1) des zugeschnittenen Teils mit Propylencarbonat gemessen. Das zugeschnittene Teil wird dann mit Dimethylcarbonat gewaschen, wird 3 Stunden in Dimethylcarbonat eingetaucht und abgewischt, anschließend 5 Stunden bei 100°C unter reduziertem Druck getrocknet. Es wird das Gewicht (WC_2) des zugeschnittenen Teils der positiven Elektrode allein gemessen. Nach dem Messen der Dicke der negativen Elektrode wird das Gewicht des Kollektors (WCC) aus dem Gesamtgewicht des zugeschnittenen Teils abgeleitet und die Dichte (DC) des positiven Elektrodenmaterials berechnet. Dann wird das Verhältnis von $[(WC_1 - WC_2)/d]/[(WC_2 - WCC)/DC]$ (dimensionslos) berechnet, worin d die spezifische Dichte des Propylencarbonats (1,2 g/cm³ bei 25°C) ist. Die obige Messung wird wenigstens fünfmal wiederholt und die erhaltenen Werte werden gemittelt.

[0043] Die vorliegende Erfindung wird durch die folgenden Beispiele illustriert, welche den Bereich der vorliegenden Erfindung in keiner Weise einschränken.

Ausführungsbeispiel

Beispiel 1

[0044] Eine Mischung aus thermisch behandeltem Manganoxid (90 Gewichtsteile), Ruß (5 Gewichtsteile) und Polytetrafluorethylen (5 Gewichtsteile) wurde zu einer Bandform um einen Kern aus einem rostfreiem Stahlnetz herum ausgeformt, um eine positive Elektrode mit einer Dicke von 0,2 mm, einer Breite von 30 mm und einer Länge von 340 mm herzustellen. An dieser positiven Elektrode in Bandform wurde ein Kollektor aus rostfreiem Stahl angebracht und es wurde bei 200°C getrocknet, danach in einer trockenen Atmosphäre auf Raumtemperatur abgekühlt.

[0045] Auf die positive Elektrode in Bandform wurde eine negative Elektrode in Bandform aus Lithium-Metall mit einer Dicke von 0,10 mm, einer Breite von 30 mm und einer Länge von 320 mm aufgebracht, wobei dazwischen mikroporöse Polyethylenfilm-Trennvorrichtungen, die jeweils eine Dicke von 25 µm (das O/C-Verhältnis = 0,2, die Abschalttemperatur = 135°C) aufweisen, eingefügt wurden.

[0046] Die laminierten Elektroden wurden gewickelt, um ein gewickeltes Elektrodenpaar zu bilden (die Anzahl der Windungen des Elektrodenpaars = 14 Windungen, entsprechend der Anzahl der Beschichtungen der Elektrodenpaare bei einem Radius der Zelle = 14), und sie wurden in ein zylindrisches Zellgehäuse mit einem Boden eines Außendurchmessers von 15 mm eingebracht. An jede Elektrode wurde ein entsprechender elektrischer Verbindungsdraht punktgeschweißt.

[0047] In das Zellgehäuse wurde eine Elektrolytlösung mit der Zusammensetzung: 0,6 M (CF₃SO₂)₂NLi/PC:DME (1:2) (1,5 ml) gegossen. Das Lösungsmittelgemisch dieser Lösung hatte eine durchschnittliche Viskosität von 1,1 mPas.

[0048] Die Elektrolytlösung-Zusammensetzung "0,6 M (CF₃SO₂)₂NLi/PC:DME (1:2)" bedeutet, daß 0,6 Mol/l (CF₃SO₂)₂NLi in einem Lösungsmittelgemisch aus Propylencarbonat (PC) und 2-Dimethoxyethan (DME) in einem Volumenverhältnis von 1:2 gelöst werden.

[0049] Eine Öffnung des Zellgehäuses wurde mittels eines gebräuchlichen Verfahrens hermetisch abgeschlossen, um eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle von hoher Dichte zu erhalten.

[0050] Nach der 16-stündigen Alterung bei 60°C in einer trockenen Argon-Atmosphäre wurde das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung zu 5 cm³/g gemessen.

[0051] Die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war 22 cm/cm³, das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle zur Gesamtdicke des Elektrodenpaars war 740 cm⁻³, die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war 0,24 cm³/cm³.

[0052] Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der negativen und positiven Elektrode war jeweils 1,2 und 0,8.

[0053] Die Figur zeigt schematisch einen Querschnitt der aus Schichten aufgebauten Zelle gemäß der vorliegenden Erfindung, umfassend eine positive Elektrode **1** aus z.B. der obigen Manganoxid-Mischung, eine ne-

gative Elektrode aus z.B. Lithium, eine Trennvorrichtung **3**, eine Elektrolytlösung **4**, ein Zellgehäuse **5**, einen Isolator **6**, eine Dichtungsplatte **8**, eine Endplatte **12**, eine Isolierpackung **13** und elektrische Verbindungsdrähte **14** und **15**.

[0054] In der obigen Zelle wird die negative Elektrode **2** durch Anpressen einer Lithiumplatte auf ein rostfreies Stahlnetz gebildet.

[0055] In der Figur werden die rostfreien Stahlnetze, die zur Bildung der negativen und positiven Elektrode verwendet werden, Kollektoren usw., wegen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt.

[0056] Das Zellgehäuse **5** fungiert auch als ein negatives Elektroden-Terminal. Auf dem Boden des Zellgehäuses **5** ist ein Isolator **6** aus z.B. einer Polytetrafluorethylen-Folie angeordnet. Das Zellgehäuse **5** enthält alle wesentlichen Komponenten der Zelle, wie die gewickelten Elektroden, umfassend die positive Elektrode **1**, die negative Elektrode **2** und die Trennvorrichtung **3**, die Elektrolytlösung **4**, usw.. Um die gewickelten Elektroden ist ein Isolierband **7** angeordnet.

[0057] Die Dichtungsplatte **8** hat ein Gasableitungsloch **8a** in ihrer Mitte und weiterhin eine ringförmige Packung **9** aus z.B. Polypropylen, eine flexible, dünne Platte **10** aus z.B. Titan und ein ringförmiges, thermisch verformbares Teilstück **11** aus z.B. Polypropylen. Die Bruchspannung auf der flexiblen, dünnen Platte **10** kann sich durch die thermische Deformation des Teilstücks **11** aufgrund der Temperaturänderung verändern.

[0058] Das elektrische Leitungsteil **14**, welches die positive Elektrode **1** und die Dichtungsplatte **8** verbindet, besteht z.B. aus einem Nickel-plattierten Preßstahl und es weist eine Schneidkante **12a** und einen Gasauslaß **12b** auf. Wenn ein Gas in der Zelle gebildet wird und der Innendruck der Zelle zunimmt, wird die flexible, dünne Platte **10** durch den zunehmenden Druck deformiert, wobei die flexible, dünne Platte durch die Schneidkante **12a** eingeschnitten wird, und das Gas in der Zelle durch den Gasauslaß **12b** nach draußen gelangt.

[0059] Der elektrische Leitungsdraht **12** verbindet elektrisch die positive Elektrode **1** mit der Abdichtplatte **8**, und die Endplatte **12** fungiert als das positive Elektroden-Terminal.

[0060] Der elektrische Leitungsdraht **15** verbindet elektrisch die negative Elektrode **2** mit dem Zellgehäuse **5**.

Beispiel 2

[0061] In der gleichen Weise wie in Beispiel 1, jedoch mit der Abänderung, daß die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle zu $0,20 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ abgeändert wurde, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle zusammengefügt.

Vergleichsbeispiel 1

[0062] In gleicher Weise wie in Beispiel 1, jedoch mit der Abänderung, daß eine gebräuchliche Polyethylen-Trennvorrichtung als die Trennvorrichtung verwendet wurde, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle hoher Dichte zusammengefügt. Diese Polyethylen-Trennvorrichtung hatte eine Dicke von $25 \mu\text{m}$ ein O/C-Verhältnis von 0,05, eine Abschalttemperatur von 135°C und ein Flüssigkeits-Rentionsvermögen von 1,4. Das Flüssigkeits-Rentionsvermögen der negativen und positiven Elektrode war jeweils 1,2 und 0,8. Die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war etwa $0,24 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

Vergleichsbeispiel 2

[0063] In gleicher Weise wie in Beispiel 1, jedoch mit der Abänderung, daß eine gebräuchliche Polypropylen-Trennvorrichtung als Trennvorrichtung verwendet wurde, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle hoher Dichte zusammengefügt. Diese Polypropylen-Trennvorrichtung hatte eine Dicke von $25 \mu\text{m}$ ein O/C-Verhältnis von 0,02, eine Abschalttemperatur von 162°C und ein Flüssigkeits-Rentionsvermögen von 1,0. Die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war $0,24 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

Vergleichsbeispiel 3

[0064] In gleicher Weise wie in Beispiel 1, jedoch mit der Abänderung, daß die Größenmaße der positiven Elektrode zu einer Dicke von 0,2 mm, einer Breite von 20 mm und einer Länge von 340 mm verändert wurden und die Größenmaße der negativen Elektrode zu einer Dicke von 0,1 mm, einer Breite von 20 mm und einer

Länge von 320 mm verändert wurden, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle hoher Dichte zusammengefügt. In dieser Zelle betrug die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle 21 cm/cm^3 und das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle, zu der Gesamtdicke des Elektrodenpaars 710 cm^{-3} . Die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war etwa $0,4 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

Vergleichsbeispiel 4

[0065] In gleicher Weise wie in Beispiel 1, jedoch mit der Abänderung, daß die Größenmaße der positiven Elektrode zu einer Dicke von 0,4 mm, einer Breite von 30 mm und einer Länge von 200 mm verändert wurden, die Größenmaße der negativen Elektrode zu einer Dicke von 0,18 mm, einer Breite von 30 mm und einer Länge von 190 mm verändert wurden, und die Anzahl der Windungen des gewickelten Elektrodenpaars 4 betrug, d.h. die Anzahl der Beschichtungen des Elektrodenpaars war 8, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle hoher Dichte zusammengefügt. In dieser Zelle betrug die Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle 14 cm/cm^3 und das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle, zu der Gesamtdicke des Elektrodenpaars 240 cm^3 . Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung war $1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$. Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der negativen und positiven Elektrode war jeweils 0,7 und 0,5.

Beispiel 3

[0066] Eine Mischung aus LiCoO_2 (91 Gewichtsteile), Graphit (6 Gewichtsteile), Polyvinylidenfluorid (3 Gewichtsteile) in N-Methylpyrrolidon wurde auf eine Aluminiumfolie aufgetragen, getrocknet, zu einer Bandform kalandriert, um eine positive Elektrode einer Dicke von 0,16 mm, einer Breite von 30 mm und einer Länge von 340 mm herzustellen. An der positiven Elektrode in Bandform wurde ein Aluminium-Kollektor angebracht und es wurde bei 150°C unter reduziertem Druck getrocknet, danach wurde in einer trockenen Atmosphäre auf Raumtemperatur abgekühlt.

[0067] Separat wurde eine Mischung aus Kohlenstoff-Graphit (90 Gewichtsteile), Polyvinylidenfluorid (10 Gewichtsteile) in N-Methylpyrrolidon auf eine Kupferfolie aufgetragen, getrocknet, zu einer Bandform kalandriert, um eine negative Elektrode einer Dicke von 0,14 mm, einer Breite von 30 mm und einer Länge von 320 mm herzustellen. An der negativen Elektrode in Bandform wurde ein Nickel-Kollektor angebracht und es wurde bei 150°C unter reduziertem Druck getrocknet, danach wurde in einer trockenen Atmosphäre auf Raumtemperatur abgekühlt.

[0068] Die positive und negative Elektrode in Bandform wurden beschichtet und wurden unter Einfügen entsprechender Trennvorrichtungen, die jeweils aus mikroporösem Polyethylenfilm einer Dicke von $25 \mu\text{m}$ (O/C-Verhältnis = 20 zu 80, Abschalttemperatur = 135°C) bestehen, gewickelt, um ein gewickeltes Elektrodenpaar (die Anzahl der Windungen des gewickelten Elektrodenpaars = 14) herzustellen, und in eine zylindrische Zelle eingebracht, die einen Boden mit einem Außendurchmesser von 15 mm aufweist. An die negative Elektrode wurde ein elektrischer Leitungsdraht punktgeschweißt und an die positive Elektrode wurde ein elektrischer Leitungsdraht durch Ultraschall angeschweißt.

[0069] In das Zellgehäuse wurde eine Elektrolytlösung einer Zusammensetzung von 1,0 M $\text{LiPF}_6/\text{EC}:\text{MEC}$ (1:1) (1,5 ml) gegossen. Das Lösungsmittelgemisch dieser Lösung hatte eine durchschnittliche Viskosität von 1,3 mPas.

[0070] Die Elektrolytlösungs-Zusammensetzung "1,0 M $\text{LiPF}_6/\text{EC}:\text{MEC}$ (1:1)" bedeutet, daß 1,0 Mol/l LiPF_6 in einem Lösungsmittelgemisch aus Ethylencarbonat (EC) und Methylethylcarbonat (MEC) in einem Volumenverhältnis von 1:1 gelöst wird.

[0071] Eine Öffnung des Zellgehäuses wurde mittels eines gebräuchlichen Verfahrens hermetisch abgeschlossen, um eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle hoher Dichte herzustellen.

[0072] Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung wurde zu $5 \text{ cm}^3/\text{g}$ gemessen.

[0073] Die Umfangslänge der Elektrode, die der anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war 22 cm/cm^3 , das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die der anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle, zu der Gesamtdicke des Elektrodenpaars war 740 cm^{-3} , die

Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war $0,24 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

[0074] Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der negativen und positiven Elektrode war jeweils 1,2 und 1,5.

Beispiel 4

[0075] In gleicher Weise wie in Beispiel 2, jedoch mit der Abänderung, daß anstelle der negativen Elektrode aus Graphit eine Lithium-Elektrode der gleichen Größe verwendet wurde, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle hoher Dichte zusammengefügt. In dieser Zelle betrug die Umfangslänge der Elektrode, die der anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle $22 \text{ cm}/\text{cm}^3$, das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die der anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle, zu der Gesamtdicke des Elektrodenpaars 740 cm^{-3} , die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle $0,40 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ und das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der positiven und negativen Elektrode jeweils 1,2 und 1,2.

Beispiel 5

[0076] In der gleichen Weise wie in Beispiel 3, jedoch mit der Abänderung, daß die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle zu $0,30 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ abgeändert wurde, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute, Zelle zusammengefügt.

Vergleichsbeispiel 5

[0077] In gleicher Weise wie in Beispiel 3, jedoch mit der Abänderung, daß die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle zu etwa $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ abgeändert wurde, wurde eine zylindrische, aus Schichten aufgebaute Zelle zusammengefügt. Das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der Trennvorrichtung war $5 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, die Umfangslänge der Elektrode, die der anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war $22 \text{ cm}/\text{cm}^3$, das Verhältnis der Umfangslänge der Elektrode, die der anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle, zu der Gesamtdicke des Elektrodenpaars war 740 cm^{-3} , die Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle war $0,40 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ und das Flüssigkeits-Retentionsvermögen der positiven und negativen Elektroden war jeweils 1,2 und 1,2.

[0078] Mit jeder der gemäß den Beispielen 1 und 2 und den Vergleichsbeispielen 1–4 zusammengefügten Zellen wurde ein Sicherheits-Test durchgeführt. D.h., jede Zelle wurde auf -3 V bei 10 A entladen und bei einer konstanten Spannung von -3 V gehalten, nachdem -3 V erreicht worden waren. Eine Stunde nach dem Beginn des Konstanthaltens der Spannung bei -3 V , wurde auf anormale Wärmeentwicklung in der Zelle oder auf Rauchentwicklung geprüft.

[0079] Separat davon wurde jede Zelle bei 3 A $0,5$ Sekunden entladen und es wurde die niedrigste Spannung gemessen.

[0080] Die Ergebnisse werden in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1

Beispiel Nr.	Sicherheit	OCV* ¹⁾ (V)	CCV* ²⁾ (V)
Beispiel 1	keine Anormalität	3,2	2,6
Beispiel 2	↑	3,2	2,5
Vergleichsbeispiel 1	entzündete sich	3,2	2,5
Vergleichsbeispiel 2	entzündete sich	3,2	2,5
Vergleichsbeispiel 3	entzündete sich	3,2	2,2
Vergleichsbeispiel 4	keine Anormalität	3,2	2,1

Bemerkung: *¹⁾ OCV = Offene Stromspannung

*²⁾ CCV = Geschlossene Stromspannung

[0081] Die Zellen der Beispiele 1 und 2, umfassend die Trennvorrichtung, die ausgezeichnetes Flüssigkeits-Retentionsvermögen aufwies, hatten die größere Sicherheit und bessere Zelleigenschaften als die Zellen der Vergleichsbeispiele 1 und 4.

[0082] Die Zelle des Vergleichsbeispiels 3, die eine große Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle enthielt, besaß ungenügende Sicherheit.

[0083] Die Zelle des Vergleichsbeispiels 4 besaß genügende Sicherheit, hatte jedoch schlechtere Zelleigenschaften.

[0084] Jede der Zellen der Beispiele 3 und 5 und des Vergleichsbeispiels 5 wurde bis zu 4,2 V bei 500 mA aufgeladen und dann bei einer konstanten Spannung von 4,2 V beibehalten, nachdem 4,2 V erreicht worden waren. Die Gesamtzeit für das Aufladen betrug 2,5 Stunden.

[0085] Dann wurde die Zelle dem gleichen Sicherheitstest wie oben unterworfen und die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt.

[0086] Keine Zelle entzündete sich, jedoch hatte die Zelle des Beispiels 4 eine etwas geringere Stromstabilität als die des Beispiels 3. Zusätzlich dazu hatte die Zelle des Beispiels 2 eine kürzere Flüssigkeits-Eingießzeit als die der Beispiele 4 und 5.

[0087] Die Zelle des Vergleichsbeispiels 5 wies gute Sicherheit auf, hatte jedoch schlechte Zelleigenschaften.

Tabelle 2

Beispiel Nr.	Sicherheit	OCV (V)	CCV (V)	Flüssigkeits-Eingießzeit (Stunden)
Beispiel 3	keine Anormalität	4,2	3,6	0,5
Beispiel 4	↑	4,2	3,6	0,7
Beispiel 5	↑	4,2	3,6	1,0
Vergleichsbeispiel 5	↑	4,2	< 0	0,1

Patentansprüche

1. Aus Schichten aufgebaute Zelle, umfassend wenigstens ein Paar positiver und negativer Elektroden, eine organische Elektrolytlösung und wenigstens eine Trennvorrichtung, die zwischen dem Elektrodenpaar vorliegt, worin die Trennvorrichtung ein Flüssigkeits-Retentionsvermögen von wenigstens $1,5 \text{ cm}^3/\text{g}$ hat, und die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle wenigstens $0,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ und weniger als $0,4 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ beträgt.
2. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß Anspruch 1, worin die Umfangslänge einer Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle wenigstens $15 \text{ cm}/\text{cm}^3$ beträgt.
3. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß Anspruch 1 oder 2, worin das Lösungsmittel der Elektrolytlösung eine durchschnittliche Viskosität von wenigstens $1,0 \text{ mPa s}$ hat.
4. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, worin das Verhältnis der Umfangslänge einer Elektrode, die einer anderen Elektrode gegenüberliegt, pro Einheits-Innenvolumen der Zelle und der Gesamtdicke der Elektroden wenigstens 260 cm^{-3} ist.
5. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, worin die Anzahl der Schichten wenigstens 10 ist.
6. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, worin die Trennvorrichtung an ihrer Oberfläche ein Verhältnis der Sauerstoff- zu Kohlenstoffatome von wenigstens 8 zu 92 hat.
7. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, worin die Trennvorrichtung eine Abschalttemperatur von nicht mehr als 140°C hat.
8. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, worin die negative Elektrode ein Flüssigkeits-Retentionsvermögen von wenigstens 0,8 hat.
9. Aus Schichten aufgebaute Zelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, worin die positive Elektrode ein Flüssigkeits-Retentionsvermögen von wenigstens 0,5, insbesondere wenigstens 0,8 hat.
10. Aus Schichten aufgebaute Zelle umfassend wenigstens ein Paar positiver und negativer Elektroden, eine organische Elektrolytlösung und wenigstens eine Trennvorrichtung, die zwischen dem Elektrodenpaar vorliegt, worin die Trennvorrichtung an ihrer Oberfläche ein Verhältnis von Sauerstoff- zu Kohlenstoffatomen (O/C) von wenigstens hat, und die Menge der Elektrolytlösung pro Einheits-Innenvolumen der Zelle wenigstens $0,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ und weniger als $0,4 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ beträgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur

