



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 07 138 T2 2004.09.02**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 203 417 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 07 138.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/16171**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 942 766.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/77871**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.06.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **21.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **10.12.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.09.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H01M 4/62**
H01M 4/24

(30) Unionspriorität:
332964 14.06.1999 US

(73) Patentinhaber:
The Gillette Company, Boston, Mass., US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**BRYN, Barbara, Bedford, US; HARRIS, B., Peter,
Stow, US**

(54) Bezeichnung: **ALKALISCHE ZELLE MIT VERBESSERTER ANODE**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft alkalische Zellen mit einer Kathode, die Mangandioxid umfasst. Die Erfindung betrifft im Besonderen eine alkalische Zelle mit einer Anode, die Zink umfasst, mit einer Kathode, die Mangandioxid umfasst, und einem Elektrolyt, der Kaliumhydroxid umfasst, wobei die Anode elektrisch leitfähige Zusatzstoffe aufweist, wie etwa Metallpulver, im Besonderen Zinnpulver.

STAND DER TECHNIK

[0002] Der Zelleninhalt einer primären alkalischen Zelle weist für gewöhnlich eine Anode auf, die aktives Zinkanodenmaterial, alkalisches Elektrolyt umfasst, eine Kathode, die aktives Mangandioxid-Kathodenmaterial umfasst, und einen für Elektrolytionen durchlässigen Separator, der für gewöhnlich ein nichtgewebtes Material umfasst, das Zellulosefasern und Polyvinylalkoholfasern aufweist. Das aktive Anodenmaterial umfasst Zinkpartikel, denen Zinkoxid beigemischt ist, sowie herkömmliche Gelbildner, wie etwa Carboxymethylcellulose oder Acrylsäurecopolymere, und Elektrolyt. Der Gelbildner hält die Zinkpartikel an der Verwendungsposition und in Kontakt miteinander. Ein leitfähiger Metallnagel, der als Anoden-Stromabnehmer bekannt ist, wird für gewöhnlich in das Anodenmaterial in Kontakt mit der Endkappe eingeführt, die den negativen Anschluss der Zelle bildet. Bei dem alkalischen Elektrolyt handelt es sich für gewöhnlich um eine wässrige Lösung aus Kaliumhydroxid, wobei andere alkalische Lösungen aus Natrium oder Lithiumhydroxid ebenfalls verwendet werden können. Bei dem Kathodenmaterial handelt es sich für gewöhnlich um Mangandioxid und es kann geringe Mengen Kohlenstoff oder Graphit aufweisen, um die Leitfähigkeit zu erhöhen. Herkömmliche alkalische Zellen weisen feste Kathoden auf, die für Batterien geeignetes Mangandioxid in Partikelform umfassen. Der hierin verwendete Begriff für Batterien geeignetes Mangandioxid betrifft Mangandioxid, dass allgemein eine Reinheit von mindestens etwa 91 Gewichtsprozent aufweist. Elektrolytisches MnO_2 (EMD) ist die bevorzugte Form von Mangandioxid für alkalische Zellen, und zwar aufgrund seiner hohen Dichte und da es durch elektrolytische Verfahren bequem mit hoher Reinheit gewonnen werden kann. EMD wird für gewöhnlich aus der direkten Elektrolyse eines Bads aus Mangansulfat und Schwefelsäure hergestellt.

[0003] In den Kathoden herkömmlicher Zn/MnO_2 -Alkalizellen weist die Mangandioxidzusammensetzung für gewöhnlich zwischen etwa 70 und 87 Gewichtsprozent auf. Eine partikuläre Graphit- und wässrige KOH-Lösung (7-11 Normal) kann dem Mangandioxid zur Bildung einer Kathodenmischung zugesetzt werden. Derartige Mischungen bilden eine feuchte feste Mischung, die unter Verwendung von Kolben oder anderen derartigen Kompaktierungsvorrichtungen, die eine kompaktierte feste Kathodenmasse in Kontakt mit dem Zellengehäuse bilden, vollständig in das Zellengehäuse verdichtet wird. Das Kathodenmaterial kann in Scheibenform vorgeformt werden, wobei runde Ringe gebildet werden, die in gestapelter Anordnung in die Zelle eingeführt werden, wie dies zum Beispiel in dem U.S. Patent US-A-5.283.139 dargestellt ist, und wobei das Material danach erneut verdichtet wird.

[0004] Da kommerzielle Zellengrößen fest vorgegeben sind, ist es wünschenswert Versuche zu unternehmen, die Kapazität der Zellen zu erhöhen, d.h. die nützliche Lebensdauer der Zelle, indem die Oberfläche des aktiven Elektrodenmaterials vergrößert und größere Mengen des aktiven Materials in die Zelle gepackt werden. Dieser Ansatz weist praktische Einschränkungen auf. Wenn das aktive Material zu dicht in die Zelle gepackt wird, kann dies die Rate der elektrochemischen Reaktion während der Entladung verringern, wodurch sich wiederum die Lebensdauer verkürzt. Es können auch andere nachteilige Effekte wie etwa eine Polarisierung auftreten, im Besonderen bei hohem Stromverbrauch (Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme). Die Polarisierung begrenzt die Mobilität der Ionen in dem aktiven Elektrodenmaterial und in dem Elektrolyt, wodurch sich wiederum die Lebensdauer verkürzt. Der Berührungswiderstand zwischen dem aktiven MnO_2 -Kathodenmaterial und dem Zellengehäuse einer alkalischen Zelle reduziert ebenfalls die Lebensdauer. Derartige Berührungswiderstandsverluste nehmen für gewöhnlich zu, speziell wenn die Zelle während Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme entladen wird (zwischen etwa 0,5 und 1 Watt).

[0005] Die kommerzielle Nachfrage nach der Herstellung primärer Zellen, die sich besser für Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme eignen, nimmt weiter zu. Moderne elektronische Geräte wie etwa Mobiltelefone, Digitalkameras und Spielzeuge, Blitzgeräte, ferngesteuertes Spielzeug, Camcorder und Lampen mit hoher Dichte sind Beispiele für derartige Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme. Derartige Geräte erfordern hohe Stromentnahmeraten, für gewöhnlich eine Impulsentnahme, zwischen etwa 0,5 und 1 Ampere, wobei Werte zwischen etwa 0,5 und 1,5 Ampere noch üblicher sind. Demgemäß erfordern sie einen Betrieb mit einem Leistungsbedarf von zwischen etwa 0,5 und 2 Watt. Moderne elektronische Geräte wie etwa Mobiltelefone, Digitalkameras und Spielzeuge, Blitzgeräte, ferngesteuertes Spielzeug, Camcorder und Lampen mit hoher Dichte sind Beispiele für derartige Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme. Somit ist es wünschenswert eine Möglichkeit vorzusehen, die nützliche Lebensdauer herkömmlicher primärer alkalischer Zellen zuverlässig zu verlängern, im Besonderen bei Zellen, die für Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme eingesetzt werden, ohne dabei die Polarisierungseffekte signifikant zu erhöhen oder die Zellenleistung anderweitig nachteilig zu be-

einflussen.

[0006] Das U.S. Patent US-A-5.240.793 offenbart eine alkalische Zelle, wobei das Zink in der Anode in Legierungsform mit Indium und Wismut vorgesehen ist. Das Zink kann auch in Legierungsform mit Indium, Wismut und Barium vorgesehen werden. Die Zelle ist im Wesentlichen quecksilberfrei und weist einen Bleigehalt von weniger als 30 Teilchen je Million auf.

[0007] Die japanische Patentschrift Hei 61-2270 offenbart den Zusatz von Metallpulvern zu der Anode alkalischer Zellen mit einer Anode, die Zink umfasst, und mit einer Kathode, die Silberoxid umfasst (Zn/Ag₂O-Zelle). Die Metallpulver weisen eine durchschnittliche Teilchengröße zwischen etwa 0,01 und 5 Mikron auf. Bei den offenbarten Metallpulverarten handelt es sich um Kupfer, Silber, Gold, Zinn und Blei. Das Zink ist mit Quecksilber amalgamiert. Die Metallpulver sind mit Quecksilber amalgamiert und können auch mit Korrosionsschutzmitteln behandelt werden, bevor sie der Anode hinzugefügt werden. Die Zn/Ag₂O-Zelle unterscheidet sich chemisch deutlich von der Zn/Mn₂O-Zelle und weist andere Entladungseigenschaften auf. Zum Beispiel verbraucht die Zn/Ag₂O-Zelle während der Entladung kein Wasser, weist ein flaches Spannungsentladungsprofil und eine deutlich höhere Zinkfülldichte (niedrigere Elektrolytbelastung) in der Anode auf als die Zn/Mn₂O-Zelle.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] In den Zeichnungen zeigen:

[0009] **Fig. 1** eine Querschnittsansicht im Aufriss einer alkalischen Zelle mit einer erfindungsgemäßen Anode.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Der Anmelder hat festgestellt, dass die Eignung moderner alkalischer Zellen für Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme deutlich verbessert wird, wenn elektrisch leitfähige Pulver dem Anodenmaterial hinzugefügt werden. Die Leistung wird auch dann verbessert, wenn die Elektrolytbeschickung (Zinkfülldichte) in der Anode angepasst wird. Somit kann die Leistungsfähigkeit von alkalischen Zink/MnO₂-Zellen über einen Bereich der Zinkfülldichte in der Anode (eine höhere oder niedrigere Elektrolytbelastung in der Anode) verbessert werden, im Besonderen bei Anwendungen mit hoher Leistungsaufnahme, wenn der Anode elektrisch leitfähige Pulver hinzugefügt werden. Die vorliegende Erfindung ist somit auf alkalische Zink/MnO₂-Zellen anwendbar, wobei die Zinkfülldichte in der Anode zwischen etwa 1,75 und 2,2 g/cm³ und vorzugsweise zwischen etwa 1,8 und 2,1 g/cm³ liegt. Der Volumenanteil der wässrigen Elektrolytlösung in der Anode liegt zwischen etwa 68,2 und 75,5 Prozent des Volumens der Anode.

[0011] Bei den geeigneten elektrisch leitfähigen Pulvern handelt es sich wünschenswerter Weise um Metallpulver wie etwa Zinn, Kupfer, Silber, Magnesium, Indium, Wismut und Mischungen dieser Stoffe. Die Metallpulver werden in physikalischer Mischung mit den Zinkteilchen hinzugefügt, das heißt, sie werden nicht mit den Zinkteilchen legiert. Das Metallpulver wird der Anode der Zelle wünschenswerter Weise in einer Menge hinzugefügt, die zwischen etwa 0,2 und 3,0 Gewichtsprozent der Anode insgesamt liegt, vorzugsweise zwischen etwa 0,2 und 2,0 Gewichtsprozent, und wobei ein Wert von etwa 0,5 und 2,0 Gewichtsprozent der Anode insgesamt darüber hinaus bevorzugt wird. Das durchschnittliche Teilchen des Metallpulverzusatzes weist wünschenswerter Weise eine Oberfläche zwischen etwa 0,1 und 10 mm² auf, vorzugsweise zwischen etwa 0,5 und 1,5 mm². Das durchschnittliche Teilchen des Metallpulvers weist wünschenswerter Weise eine Dicke zwischen etwa 10 und 50 Mikron und vorzugsweise zwischen etwa 10 und 25 Mikron auf.

[0012] Aus den vorstehend aufgeführten Metallpulvern konnte Zinn als bevorzugter Pulverzusatz bestimmt werden. Das Zinnpulver wird in physikalischer Mischung mit den Anodenmaterialien hinzugefügt. Zwar kann die Zellenleistung durch den Zusatz der vorstehend aufgeführten leitfähigen Metallpulver verbessert werden, im Besonderen bei einer Anwendung mit hoher Leistungsaufnahme, wobei sich Zinnpulver als besonders wünschenswert erwiesen hat, da es eine geringere Gasung bewirkt als andere Metallzusätze wie zum Beispiel Kupfer. Wenn Zinnpulver als Anodenzusatz verwendet wird, kann es überraschender Weise die Leistung der Zelle bei einer Hochleistungsentladung verbessern, ohne die Gasung in der Zelle auf ein Niveau zu erhöhen, das erkennbar die Gesamtnutzbarkeit der Zelle und deren Lebensdauer beeinträchtigt.

[0013] Vorgesehen ist gemäß der vorliegenden Erfindung eine elektrochemische Zelle, die eine Anode umfasst, die Zink, eine wässrige alkalische Elektrolytlösung, einen Separator und eine Kathode umfasst, die Mangandioxid umfasst, wobei die genannte Anode ferner Zinnpulver umfasst, das zwischen etwa 0,2 bis 3,0 Gewichtsprozent der Anode umfasst, wobei das Zinnpulver dem Zink in der genannten Anode physikalisch beigemischt ist, wobei die genannte Zelle weniger als 20 Gewichtsteile Quecksilber je Million Teilchen Zellengewicht umfasst, wobei die genannte Zelle weniger als 30 Gewichtsteile Blei je Million Teilchen des Metallanteils in der Anode umfasst, wobei die Füllmenge von Zink in der Anode zwischen etwa 1,75 und 2,2 Gramm pro Kubikzentimeter des Anodenvolumens beträgt, wobei die Anode einen Teil der genannten wässrigen alkalischen Elektrolytlösung in der Zelle umfasst, und wobei der prozentuale Volumenanteil der wässrigen Elektrolytlö-

sung in der Anode zwischen etwa 69,2 und 75,5 Volumenprozent der Anode beträgt.

[0014] Die erfindungsgemäße alkalische Zink/ MnO_2 -Zelle ist im Wesentlichen quecksilberfrei, das heißt sie weist keinerlei zugesetztes Quecksilber auf. Die erfindungsgemäße Zelle weist somit einen Gesamtquecksilberanteil von weniger als etwa 50 Teilchen je Million des Gesamtgewichts der Zelle auf, vorzugsweise von weniger als 20 Teilchen je Million des Gesamtgewichts der Zelle, wobei ein Wert von weniger als etwa 10 Teilchen je Million des Gesamtgewichts der Zelle darüber hinaus bevorzugt wird. Die erfindungsgemäße Zelle weist vorzugsweise ferner keine hinzugefügten Bleianteile auf und ist somit im Wesentlichen nicht bleihaltig, das heißt, der Gesamtleigehalt liegt unter 30 Teilchen je Million, vorzugsweise unter 15 Teilchen je Million des Gesamtmetallgehalts der Anode. Trotz der Tatsache, dass die Zelle im Wesentlichen frei von Quecksilber und Blei ist, erhöht der Zusatz von Zinnpulver zu dem Anodenmaterial die Gasung nicht auf ein Niveau, das die Gesamtleistung der Zelle beeinträchtigt, wenn die Zelle mit einer hohen Leistung entladen wird (0,5 bis 2 Ampere). Vielmehr verbessert der Zusatz von Zinnpulver zu der Anode einer alkalischen Zink/ MnO_2 -Zelle die Leistung bei einer Entladung mit hoher Leistung.

[0015] Dies widerspricht der Erwartung, da man annehmen würde, dass der Zusatz von Metallpartikeln zu der Anode in Abwesenheit von nicht amalgamiertem Zink (kein zugesetztes Quecksilber) und in Abwesenheit von zugesetztem Blei, signifikantes Gasen fördert, was wiederum die Gesamtlebensdauer und die Gesamtleistung der Zelle erkennbar verringert, da die zugesetzten Metallpartikel Stellen für das Auftreten sekundärer Reaktionen vorsehen. Der Anmelder konnte feststellen, dass dies nicht eintritt, wenn Metallpartikel mit einer bestimmten Größe verwendet werden, vorzugsweise mit einer durchschnittlichen Oberfläche zwischen etwa 0,1 und 10 mm^2 und in geringer Konzentration, wie zum Beispiel zwischen etwa 0,2 und 3,0 Gewichtsprozent der Anode. Die Metallpulver, vorzugsweise Zinnpulver mit einer durchschnittlichen Teilchenoberfläche zwischen etwa 0,1 und 10 mm^2 , vorzugsweise zwischen etwa 0,5 und 1,5 mm^2 und mit einer durchschnittlichen Teilchendicke zwischen etwa 1 und 50 Mikron, vorzugsweise mit einer Größe zwischen etwa 10 und 25 Mikron und mit einer Konzentration zwischen etwa 0,2 und 2,0 Gewichtsprozent der Anode, verbessern die Zellenleistung bei Hochleistungsanwendungen. Theoretisch sehen die elektrisch leitfähigen Pulver, im Besonderen Zinnpulver, leitfähige Pfade zwischen isolierten Zinkteilchen oder Zinkteilchenaggregaten in der Anodenmischung vor. Dies reduziert die Rate des Anstiegs des Innenwiderstands der Zelle bei einer Entladung bei hoher Leistung, wobei die Gasung überraschender Weise nicht auf ein Niveau ansteigt, das die Gesamtleistung der Zelle nachteilig beeinflusst. Dies wiederum verhindert es, dass die Spannung drastisch abfällt, selbst wenn die Zelle mit hoher Geschwindigkeit entladen wird, wie zum Beispiel zwischen etwa 0,5 und 1,5 Ampere oder zwischen etwa 0,5 und 2 Watt. Der Reineffekt ist eine verbesserte Zellenleistung bei Entladung mit hoher Leistung, gemessen durch eine längere Lebensdauer bzw. Nutzungsdauer und eine höhere Energieleistung insgesamt.

GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0016] Eine repräsentative primäre alkalische Zink/Mangandioxid-AA-Zelle kann mit partikulärem Mangandioxid hergestellt werden. Die AA-Zelle wird mit einem aus Stahl ausgebildeten Zellengehäuse hergestellt, das auf der inneren und äußeren Oberfläche mit Nickel plattiert ist. Die innere Oberfläche des Gehäuses kann mit einem leitfähigen Material überzogen werden, wie zum Beispiel mit Kohlenstoff, wobei das in den Beispielen hierin verwendete Gehäuse keine Beschichtung bzw. keinen Überzug aufweist. Eingesetzt werden herkömmliche Kathoden- und Anodenmischungen, herkömmlicher Elektrolyt und eine herkömmliche Separatormembran, mit der Ausnahme, dass elektrisch leitfähige Pulver, vorzugsweise Zinnpulver, gemäß der vorliegenden Erfindung zu dem Anodenmaterial hinzugefügt werden bzw. wird. Das Anodenmaterial kann in Form einer gelierten Mischung vorgesehen sein, die quecksilberfreies (Null hinzugefügtes Quecksilber) Zinklegierungspulver aufweist. Eine derartige Mischung kann für gewöhnlich eine wässrige KOH-Elektrolytlösung, einen Gelbildner, z.B. Acrylsäurecopolymer wie etwa CARBOPOL C940 von B.F. Goodrich, und oberflächenaktive Stoffe bzw. Tenside, wie zum Beispiel ein organisches Phosphatester-Tensid GAFAC RA600 von Rhone Poulenc aufweisen. Andere repräsentative Gelbildner für Zinkanoden werden in dem U.S. Patent US-A-4.563.404 offenbart. Andere organische Additive, die Zinkmassen hinzugefügt werden können, werden in der europäischen Patentschrift 0474382A1 offenbart. Bei der Separatormembran kann es sich um eine herkömmliche für Ionen durchlässige Membran aus einem nichtgewebten bzw. Vliesmaterial handeln, das Polyvinylalkohol und Zellulosefasermaterial (Rayon) umfasst. Der Elektrolyt ist eine wässrige Lösung aus KOH mit etwa 7-11 Normal KOH und 2 Gewichtsprozent ZnO , nachstehend als "wässrige KOH-Lösung" bezeichnet.

[0017] Die Kathode in der Zelle weist wünschenswerter Weise die folgende Zusammensetzung auf: Elektrolytisches Mangandioxid (80-87 Gewichtsprozent), Graphit (7-10 Gewichtsprozent) und 7-10 Normal ("wässrige KOH-Lösung zwischen etwa 30-40 Gewichtsprozent KOH-Konzentration") (5-7 Gewichtsprozent); Polyethylenbinder (0,1 bis 0,5 Gewichtsprozent). Derartige Kathodenmischungen dienen Veranschaulichungszwecken und schränken die Erfindung nicht ein.

[0018] Das Anodenmaterial umfasst in jedem Fall: Zinklegierungspulver mit 63 bis 69 Gewichtsprozent (99,9 Gewichtsprozent zinkhaltiges Indium), wässrige KOH-Lösung, die 38 Gewichtsprozent KOH und etwa 2 Ge-

wichtsprozent ZnO umfasst; CARBOPOL C940 (B.F. Goodrich) als vernetztes Acrylsäurecopolymer-Gelbildner (zwischen 0,5 und 2 Gewichtsprozent) und Waterlock A-221 (Grain Processing Co.), hydrolisiertes Polyacrylonitril, das auf ein Stärkegrundgerüst aufpolymerisiert ist (zwischen 0,01 und 0,5 Gewichtsprozent; RM-510 (Rhône-Poulenc), Dionylphenol-Phosphatester-Tensid (50 Teilchen je Million). Die durchschnittliche Teilchengröße der Zinklegierung liegt wünschenswerter Weise zwischen etwa 30 und 350 Mikron. Die Füllichte von Zink in der Anode (Anodenporosität) liegt zwischen etwa 1,75 und 2,2 Gramm Zink je Kubikzentimeter der Anode. Der prozentuale Volumenanteil der wässrigen Elektrolytlösung in der Anode liegt zwischen etwa 69,2 und 75,5 Volumenprozent der Anode.

[0019] Bei dem Separator handelte es sich in jedem Fall um einen herkömmlichen, für Ionen durchlässigen Separator mit einer Innenschicht aus einem nichtgewebten Material aus Zellulose-(Rayon) und Polyvinylalkoholfasern und einer Außenschicht aus Cellophan. Ein solches Material dient Veranschaulichungszwecken und schränkt die Erfindung nicht ein. Die getesteten Zellen wurden auf herkömmliche Art und Weise abgeglichen, so dass die Milliamperestundenkapazität von MnO_2 (auf der Basis von 370 Milliamperestunden pro Gramm MnO_2) dividiert durch die Milliamperestundenkapazität der Zinklegierung (auf der Basis von 822 Milliamperestunden pro Gramm Zinklegierung) etwa 1 beträgt.

[0020] Die Abbildung aus **Fig. 1** zeigt eine repräsentative Konfiguration einer alkalischen Zelle. Die alkalische Zelle **610** umfasst ein zylindrisches Stahlgehäuse **620** mit einem geschlossenen Ende **614** und einem offenen Ende **616**. Die Zelle ist mit einer Kathode **612** gefüllt, die MnO_2 umfasst, und mit einer Anode **615**, die Zink und Elektrolyt umfasst. Der Elektrolyt umfasst eine konventionelle Mischung aus KOH, ZnO und Gelbildner. Die Kathode **612** kann in Form einer Reihe kompakter bzw. verdichteter ringförmiger Blöcke **612a** vorgesehen werden. Die Anode und die Kathode können durch einen herkömmlichen für Ionen porösen Separator getrennt werden, der zum Beispiel Polyvinylalkohol und Zellulosefasermaterial umfasst. Nachdem die Zelle **610** gefüllt worden ist, wird ein isolierendes Verschlussstück **660** in das offene Ende **616** eingeführt. Das isolierende Verschlussstück **660** kann aus Polypropylen, mit Talkum verstärktem Polypropylen, sulfoniertem Polyethylen oder Nylon bestehen. Das Verschlussstück **660** wird gemäß der Abbildung aus **Fig. 1** vorzugsweise um die umfangreiche Stufe **618** gedrückt, so dass das Verschlussstück an der Verwendungsposition in dem offenen Ende **616** verriegelt wird. Der periphere Rand **627** des Gehäuses **620** wird um die Oberseite des isolierenden Verschlussstücks **660** gefalzt. Eine Isolierscheibe **680** aus Papier wird über dem umgefalteten peripheren Rand **627** des Gehäuses **620** angebracht. Bei der Isolierscheibe **680** kann es sich um eine mit Polyethylen überzogene Papierscheibe handeln. Eine Anschlussendkappe **630** wird an den Kopf des Stromabnehmers **640** geschweißt. Danach wird ein elongierter Stromabnehmer **640** in die Öffnung **644** des isolierenden Verschlussstücks **660** eingeführt (im Festsitz), so dass die Endkappe **630** an der Isolierscheibe **680** ruht. Der Stromabnehmer **640** kann aus einer Vielzahl bekannter elektrisch leitfähiger Metalle ausgewählt werden, die sich als Materialien für Stromabnehmer eignen, wie zum Beispiel Messing, verzinntes Messing, Bronze, Kupfer oder Indium plattiertes Messing. Bei dem in den Testzellen verwendeten Stromabnehmer **640** handelte es sich um Messing. Ein herkömmliches Bitumenabdichtmittel kann vorher um den Stromabnehmer **640** herum aufgetragen werden, bevor dieser in die Öffnung **644** eingeführt wird. Ein Folienetikett **670** kann um das Gehäuse **620** herum aufgetragen werden. Die Anschlussendkappe **630** wird zum negativen Anschluss der alkalischen Zelle **610**, und der runde Vorsprung **625** an dem geschlossenen Ende des Gehäuses **620** wird zum positiven Anschluss.

[0021] Bei der in der Abbildung aus **Fig. 1** abgebildeten Zelle **610** kann es sich um eine AA-Zelle handeln. Die in der Abbildung aus **Fig. 1** dargestellte alkalische Zelle ist jedoch auf keine bestimmte Größe beschränkt. Die vorliegende Erfindung ist somit auch auf zylindrische alkalische Zellen der Größen AAAA, AAA, C und D anwendbar sowie auf alkalische Knopfzellen jeder Größe oder Form. Die alkalische Zelle **610** ist nicht auf eine bestimmte chemische Zellenzusammensetzung oder Zellengröße beschränkt, mit der Ausnahme, dass gemäß der vorliegenden Erfindung leitfähige Pulver der Anode hinzugefügt werden. Die Zelle **610** kann somit herkömmliche alkalische chemische Zellenzusammensetzungen aufweisen, einschließlich der chemischen Zusammensetzungen, die kein zugesetztes Quecksilber aufweisen (weniger als 50 Teilchen Quecksilber je Million des Zellengewichts insgesamt, vorzugsweise weniger als 10 Teilchen Quecksilber je Million des Zellengewichts insgesamt) sowie Modifikationen dieser. Derartige repräsentative chemische Zusammensetzungen werden zum Beispiel in dem U.S. Patent US-A-5.401.590 offenbart, das hierin durch Verweis enthalten ist, mit der Ausnahme, dass elektrisch leitfähige Teilchen gemäß der vorliegenden Erfindung in wünschenswerter Weise zu der Anode hinzugefügt werden. Die erfindungsgemäße Zelle **610** weist ferner vorzugsweise keine hinzugefügten Bleianteile auf und kann somit im Wesentlichen bleifrei sein, das heißt, der Bleigehalt insgesamt ist geringer als 30 Teilchen je Million, vorzugsweise geringer als 15 Teilchen je Million des Metallgehalts der Anode insgesamt. Die vorliegende Erfindung betrifft zwar ferner grundsätzlich primäre alkalische Zellen der Anode und die Chemie der Kathode ist derart anpassbar, dass die Zellen sekundäre (aufladbare) Zellen werden, wie dies im Fach bekannt ist, jedoch mit der Ausnahme, dass elektrisch leitfähige Teilchen, vorzugsweise Zinnpartikel, in wünschenswerter Weise der Anode hinzugefügt werden.

[0022] Bei der oben genannten Zelle (**Fig. 1**) kann es sich um eine AA-Zelle handeln, die als Testzellen hergestellt und verwendet werden. Die Testzellen wurden gemäß der vorstehenden Beschreibung jedoch mit den

Anodenzusammensetzungen hergestellt, die in den folgenden Beispielen aufgeführt sind. Die Kathodenzusammensetzung und die Zellenkomponenten entsprachen in jedem Fall der vorstehenden Beschreibung. Die folgende spezifische Kathodenzusammensetzung wurde in den folgenden Beispielen verwendet: MnO_2 – 86,5 Gewichtsprozent; Graphit – 6,3 Gewichtsprozent; wässrige KOH-Lösung (38 Gewichtsprozent KOH) – 6,9 Gewichtsprozent und Polyethylenbinder – 0,3 Gewichtsprozent. Beispiel 1 zeigt ein vergleichendes Beispiel, wobei die Anodenzusammensetzung keinen freien Metallpulverzusatz aufweist. Beispiel 2 weist die gleiche Anodenzusammensetzung auf und die gleiche Zelle wie in Beispiel 1, jedoch mit dem Zusatz von einem Gewichtsprozent Zinnpulver zu der Anode. In ähnlicher Weise zeigt Beispiel 3 ein vergleichendes Beispiel, wobei die Anodenzusammensetzung keinen freien Metallpulverzusatz aufweist. Beispiel 4 weist die gleiche Anodenzusammensetzung und die gleiche Zelle wie in Beispiel 3 auf, jedoch mit einem Zusatz von einem Gewichtsprozent Zinnpulver zu der Anode. Das der Anode hinzugefügte Zinnpulver (Beispiele 2 und 4) weist eine bevorzugte durchschnittliche Teilchendicke zwischen etwa 10 und 25 Mikron und eine durchschnittliche Teilchenoberfläche zwischen etwa 0,1 und 1,5 mm^2 , vorzugsweise zwischen etwa 0,5 und 1,5 mm^2 auf.

[0023] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf eine bestimmte Teilchenform beschränkt, wobei jedoch eine durchschnittliche Zinnteilchenform wünschenswert ist, die ungefähr rechteckig ist. Eine derartige ungefähr rechteckige Teilchenform weist für gewöhnlich eine durchschnittliche Länge auf, die zwischen dem 1- und 3-fachen der Länge liegt. Die Oberfläche eines durchschnittlichen Zinnteilchens kann gefaltet sein. Zinnpulver mit derartigen Eigenschaften ist im Handel unter den Handelsbezeichnungen K-502 und K-508 Zinnpulver von der Transmet Corp. erhältlich. Das K-502 Pulver weist eine durchschnittliche Teilchendicke zwischen etwa 10 und 25 Mikron sowie eine durchschnittliche Oberfläche von 1 mm^2 auf. Das K-508 Pulver weist eine durchschnittliche Teilchendicke zwischen etwa 10 und 25 Mikron und eine durchschnittliche Oberfläche von 0,6 mm^2 auf. Die Teilchen weisen gemäß der vorstehenden Beschreibung allgemein eine ungefähr rechteckige Form auf, und das Durchschnittsteilchen weist eine gefaltete Oberfläche auf. Es ist möglich, dass die gefaltete Oberfläche dieser Teilchen ein beitragender Faktor für die eindeutigen Leistungsverbesserungen ist, die sich ergeben, wenn Zinnpulver den Anoden alkalischer Zellen hinzugefügt wird.

[0024] Die Zellen wurden mit einer hohen Leistung einer kontinuierlichen Entladung von 1 Watt auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt entladen. Die Zellen wurden mit intermittierender Entladung und mit gepulster Hochleistungsausgabe entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Leistung der Zelle wurde gemessen und mit der einer vergleichbaren Zelle ohne hinzugefügtes Zinnpulver verglichen. Die Betriebsstunden und die Energieleistung (Watt/Stunde) wurden aufgezeichnet.

BEISPIEL 1 (vergleichend)

Anode (AA-Zelle)¹

	<u>Gew. (g)</u>	<u>Vol. (cm³)</u>	<u>Gew.% Anode</u>	<u>Vol.% Anode</u>
Anode	5,83	1,90		
insgesamt				
Zink	3,91	0,548	67	28,8
insgesamt				
KOH-	1,92	1,35	33	71,2
Elektrolyt				
in Anode				
(Elektro-				
lytkonz.				
35-40				
Gew.% KOH,				
2 Gew.%				
ZnO				
KOH rein	0,72			
(ohne				
Wasser)				
Zinnpulver ohne				

Hinweise

[0025] 1. Die Zinkfülldichte in der Anode entspricht 2,063 Gramm Zink pro cm³ der Anode. Die reale Dichte des Zinks entspricht 7,14 g/cm³. Der Anodendurchmesser entspricht 8,95 mm. Die entlang einer senkrecht zu der Längsachse der Zelle gemessene Kathodenwanddicke beträgt 2,35 mm. Die theoretische Kapazität der Anode betrug 3,20 Amperestunden.

[0026] Die Zelle wurde in dem obigen Beispiel mit einem kontinuierlichen Stromverbrauch von 1 Watt auf 1,0 Volt entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen wies die Zelle 0,584 Betriebsstunden auf; und die Energieleistung der Zelle betrug 0,584 Watt-Stunden.

[0027] Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit 1,1 Ampere mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse betrug 153. Die Energieleistung betrug 0,56 Watt-Stunden. Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit 1,1 Ampere mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von 0,8 Volt entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse betrug 380. Die Energieleistung betrug 1,222 Watt-Stunden.

[0028] Die Zelle wurde kontinuierlich mit alternierendem Impulsstromverbrauch bei 1 Watt für 3 Sekunden 0,1 Watt für 7 Sekunden entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle 1,751 Betriebsstunden (eine Energieleistung von 0,649 Watt-Stunden) bis auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt und 3,546 Betriebsstunden (eine Energieleistung von 1,312 Watt-Stunden) bis auf eine Lade-Entspannung von 0,8 Volt. Die Zelle wurde intermittierend bei 0,5 Watt für 15 Minuten pro Stunde auf eine Lade-Entspannung von 1,1 Volt entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle 1,6 Betriebsstunden und eine Energieleistung von 0,8 Watt-Stunden.

BEISPIEL 2

Anode (AA-Zelle)¹

	<u>Gew. (g)</u>	<u>Vol. (cm³)</u>	<u>Gew.% Anode</u>	<u>Vol.% Anode</u>
Anode	5,83	1,90		
insgesamt				
Zink	3,91	0,548	67	28,8
insgesamt				
KOH-	1,87	1,35	32	71,2
Elektrolyt				
in Anode				
(Elektro-				
lytkonz.				
35-40				
Gew.% KOH,				
2 Gew.%				
ZnO				
KOH rein	0,71			
(ohne				
Wasser)				
Zinn-			1,0	
pulver,				
K-508				
(durchschn.				
Teilchen-				
oberfl.				
0,6 mm ² ;				
Dicke 10-25				
Mikron)				

Hinweise

[0029] 1. Die Zinkfülldichte in der Anode entspricht 2,063 Gramm Zink pro cm³ der Anode. Der Anodendurchmesser entspricht 8,95 mm.

[0030] Die reale Dichte des Zinks entspricht 7,14 g/cm³. Die entlang einer senkrecht zu der Längsachse der Zelle gemessene Kathodenwanddicke beträgt 2,35 mm. Die theoretische Kapazität der Anode betrug 3,20 Amperestunden.

[0031] Die Zelle wurde in dem obigen Beispiel mit einem kontinuierlichen Stromverbrauch von 1 Watt auf 1,0 Volt entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen wies die Zelle 0,638 Betriebsstunden auf; und die Energieleistung der Zelle betrug 0,638 Watt-Stunden.

[0032] Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit 1,1 Ampere mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die An-

zahl der erreichten Impulse betrug 208. Die Energieleistung betrug 0,578 Watt-Stunden. Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit 1,1 Ampere mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von 0,8 Volt entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse betrug 403. Die Energieleistung betrug 1,342 Watt-Stunden.

[0033] Die Zelle wurde kontinuierlich mit alternierendem Impulsstromverbrauch bei 1 Watt für 3 Sekunden 0,1 Watt für 7 Sekunden entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle 2,102 Betriebsstunden (eine Energieleistung von 0,778 Watt-Stunden) bis auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt und 3,587 Betriebsstunden (eine Energieleistung von 1,328 Watt-Stunden) bis auf eine Lade-Entspannung von 0,8 Volt. Die Zelle wurde intermittierend bei 0,5 Watt für 15 Minuten pro Stunde auf eine Lade-Entspannung von 1,1 Volt entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle 1,854 Betriebsstunden und eine Energieleistung von 0,927 Watt-Stunden.

BEISPIEL 3 (vergleichend)

Anode (AA-Zelle)¹

	<u>Gew. (g)</u>	<u>Vol. (cm³)</u>	<u>Gew.% Anode</u>	<u>Vol.% Anode</u>
Anode	5,87	2,04		
insgesamt				
Zink	3,70	0,518	63	25,4
insgesamt				
KOH-	2,17	1,52	37	74,6
Elektrolyt				
in Anode				
(Elektro-				
lytkonz.				
35-40				
Gew.% KOH,				
2 Gew.%				
ZnO				
KOH rein	0,82		14	
(ohne				
Wasser)				
Zinnpulver ohne				

Hinweise

[0034] 1. Die Zinkfülldichte in der Anode (Anodenporosität) entspricht 1,81 Gramm Zink pro cm³ der Anode. Die reale Dichte des Zinks entspricht 7,14 g/cm³. Der Anodendurchmesser entspricht 9,22 mm. Die entlang einer senkrecht zu der Längsachse der Zelle gemessene Kathodenwanddicke beträgt 2,22 mm. Die theoretische Kapazität der Anode betrug 3,03 Amperestunden.

[0035] Die Zelle wurde in dem obigen Beispiel mit einem kontinuierlichen Stromverbrauch von 1 Watt auf 1,0 Volt entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen wies die Zelle 0,542 Betriebsstunden auf; und die Energieleistung der Zelle betrug 0,542 Watt-Stunden.

[0036] Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit 1,1 Ampere mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse betrug 115. Die Energieleistung betrug 0,423 Watt-Stunden. Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit 1,1 Ampere mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von 0,8 Volt entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse

betrug 297. Die Energieleistung betrug 0,834 Watt-Stunden.

[0037] Die Zelle wurde kontinuierlich mit alternierendem Impulsstromverbrauch bei 1 Watt für 3 Sekunden 0,1 Watt für 7 Sekunden entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle 1,422 Betriebsstunden (eine Energieleistung von 0,527 Watt-Stunden) bis auf eine Lade-Entspannung von 1,0 Volt und 2,124 Betriebsstunden (eine Energieleistung von 0,786 Watt-Stunden) bis auf eine Lade-Entspannung von 0,8 Volt. Die Zelle wurde intermittierend bei 0,5 Watt für 15 Minuten pro Stunde auf eine Lade-Entspannung von 1,1 Volt entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle 1,348 Betriebsstunden und eine Energieleistung von 0,591 Watt-Stunden.

BEISPIEL 4

Anode (AA-Zelle)¹

	<u>Gew. (g)</u>	<u>Vol. (cm³)</u>	<u>Gew.% Anode</u>	<u>Vol.% Anode</u>
Anode	5,87	2,04		
insgesamt				
Zink	3,701	0,518	63	25,4
insgesamt				
KOH-	2,11	1,52	36	74,6
Elektrolyt				
in Anode				
(Elektro-				
lytkonz.				
35-40				
Gew.% KOH,				
2 Gew.%				
ZnO				
KOH rein	0,80		14	
(ohne				
Wasser)				
Zinn-			1,0	
pulver,				
K-508				
(durchschn.				
Teilchen-				
oberfl.				
0,6 mm ² ;				
Dicke 10-25				
Mikron)				

Hinweise

[0038] 1. Die Zinkfülldichte in der Anode entspricht 1,81 Gramm Zink pro cm³ der Anode. Die reale Dichte des

Zinks entspricht $7,14 \text{ g/cm}^3$. Der Anodendurchmesser entspricht $9,22 \text{ mm}$. Die entlang einer senkrecht zu der Längsachse der Zelle gemessene Kathodenwanddicke beträgt $2,22 \text{ mm}$.

[0039] Die Zelle wurde in dem obigen Beispiel mit einem kontinuierlichen Stromverbrauch von 1 Watt auf $1,0 \text{ Volt}$ entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen wies die Zelle $0,584$ Betriebsstunden auf; und die Energieleistung der Zelle betrug $0,584 \text{ Watt-Stunden}$.

[0040] Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit $1,1 \text{ Ampere}$ mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von $1,0 \text{ Volt}$ entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse betrug 200 (eine Energieleistung von $0,731 \text{ Watt-Stunden}$). Die Zelle wurde im Impulsbetrieb mit $1,1 \text{ Ampere}$ mit 10 Sekunden pro Minute für eine Stunde pro Tag bis auf eine Lade-Entspannung von $0,8 \text{ Volt}$ entladen, um den Einsatz in Fotokameras zu simulieren. Die Anzahl der erreichten Impulse betrug 351 und die Energieleistung betrug $1,177 \text{ Watt-Stunden}$.

[0041] Die Zelle wurde kontinuierlich mit alternierendem Impulsstromverbrauch bei 1 Watt für 3 Sekunden $0,1 \text{ Watt}$ für 7 Sekunden entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle $1,781$ Betriebsstunden (eine Energieleistung von $0,659 \text{ Watt-Stunden}$) bis auf eine Lade-Entspannung von $1,0 \text{ Volt}$ und $3,196$ Betriebsstunden (eine Energieleistung von $1,183 \text{ Watt-Stunden}$) bis auf eine Lade-Entspannung von $0,8 \text{ Volt}$. Die Zelle wurde intermittierend bei $0,5 \text{ Watt}$ für 15 Minuten pro Stunde auf eine Lade-Entspannung von $1,1 \text{ Volt}$ entladen. Bei derartigen Entladungsbedingungen erreichte die Zelle $1,797$ Betriebsstunden und eine Energieleistung von $0,899 \text{ Watt-Stunden}$.

[0042] Wie dies aus den Leistungsergebnissen aus Beispiel 2 ersichtlich ist, verbessert der Zusatz von etwa einem Gewichtsprozent Zinnpulver zu der Anodenzusammensetzung die Zellenleistung bei allen kontinuierlichen, intermittierenden und gepulsten Hochleistungstests, die im Vergleich zu der Leistung einer vergleichbaren Zelle (Beispiel 1) ohne Zinnzusatz vorgenommen wurden. In ähnlicher Weise ist es bei einer Betrachtung der Leistungsergebnisse aus Beispiel 4 ersichtlich, dass der Zusatz von etwa einem Gewichtsprozent Zinnpulver zu der Anodenzusammensetzung (Beispiel 4) die Zellenleistung bei allen kontinuierlichen, intermittierenden und gepulsten durchgeführten Hochleistungstests im Vergleich zu der Leistung einer vergleichbaren Zelle (Beispiel 3) ohne Zinnzusatz verbessert.

[0043] Alkalische Zn/MnO_2 -Zellen mit einer Anodenzusammensetzung mit einer höheren Zinkfülldichte (höhere theoretische Kapazität) wie in Beispiel 1 kann wünschenswert sein, da die Zelle zu einer längeren Nutzungs- bzw. Lebensdauer führen kann, speziell bei Anwendungen mit moderatem und niedrigem Verbrauch sowie bei einer Reihe von Hochleistungsanwendungen. Es konnte festgestellt werden, dass der Zusatz einer geringen Menge von Zinnpulver zu der Anodenzusammensetzung dieser Zellen dazu führen kann, dass sich diese Zellen auch besser für Hochleistungsanwendungen eignen. Deutlich wird dies bei einer Betrachtung der Daten aus Beispiel 2, die veranschaulichen, dass der Zusatz einer geringen Menge Zinnpulver zu der Anodenzusammensetzung bei derartigen Zellen zu einer deutlich besseren Leistung führt, und zwar bei allen aufgeführten Hochleistungstests im Vergleich zu der gleichen Zelle ohne Zinnzusatz (Beispiel 1).

[0044] Für bestimmte Hochleistungsanwendungen, wie etwa für die Nutzung in Mobiltelefonen, in Spielzeugen mit hoher Leistungsaufnahme oder in anderen elektronischen Geräten mit hoher Leistungsaufnahme, kann es wünschenswert sein, die Anode mit einer höheren Elektrolytbelastung (reduzierte Zinkfülldichte in der Anode) zu gestalten. Der Zusatz eines Zinnzusatzes zu der Anodenzusammensetzung der Zellen mit höherer Elektrolytbelastung (reduzierte Zinkfülldichte) wie in Beispiel 4 verleiht der Zelle ferner bessere Leistungsmerkmale im Vergleich zu der gleichen Zelle (Beispiel 3) ohne den Zinnzusatz, wie dies bei einem Vergleich der Leistungsergebnisse ersichtlich wird.

[0045] Die vorliegende Erfindung wurde zwar in Bezug auf spezifische Ausführungsbeispiele beschrieben, wobei hiermit jedoch festgestellt wird, dass diesbezüglich Variationen möglich sind, ohne dabei vom Gedanken der Erfindung abzuweichen. Die vorliegende Erfindung ist somit nicht auf die spezifischen Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ist der Umfang der Erfindung durch die Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Elektrochemische Zelle, die eine Anode umfasst, die Zink, eine wässrige alkalische Elektrolytlösung, einen Separator und eine Kathode umfasst, die Mangandioxid umfasst, wobei die genannte Anode ferner Zinnpulver umfasst, das zwischen etwa $0,2$ bis $3,0$ Gewichtsprozent der Anode umfasst, wobei das Zinnpulver dem Zink in der genannten Anode physikalisch beigemischt ist, wobei die genannte Zelle weniger als 20 Gewichtsteile Quecksilber je Million Teilchen Zellengewicht umfasst, wobei die genannte Zelle weniger als 30 Gewichtsteile Blei je Million Teilchen des Metallanteils in der Anode umfasst, wobei die Füllmenge von Zink in der Anode zwischen etwa $1,75$ und $2,2$ Gramm pro Kubikzentimeter des Anodenvolumens beträgt, wobei die Anode einen Teil der genannten wässrigen alkalischen Elektrolytlösung in der Zelle umfasst, und wobei der prozentuale Volumenanteil der wässrigen Elektrolytlösung in der Anode zwischen etwa $69,2$ und $75,5$ Volumenprozent der Anode beträgt.

2. Zelle nach Anspruch 1, wobei der Bleigehalt in der Zelle niedriger ist als 15 Teilchen je Millionen Teilchen des Metallgehalts insgesamt in der Anode.
3. Zelle nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Zinnpulver eine durchschnittliche Teilchendicke von zwischen etwa 10 und 50 Mikron aufweist sowie eine durchschnittliche Teilchenoberfläche zwischen etwa 0,1 und 10 mm².
4. Zelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Zelle Null hinzugefügtes Blei und Null hinzugefügtes Quecksilber umfasst.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

