



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/091662**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 004 100.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/035236**  
(86) PCT-Anmeldetag: **27.09.2021**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.05.2022**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **17.05.2023**

(51) Int Cl.: **H01M 4/38** (2006.01)

**H01M 4/42** (2006.01)

**H01M 4/62** (2006.01)

**H01M 4/04** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2020-182705**      **30.10.2020**      **JP**

(74) Vertreter:  
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,**  
**70173 Stuttgart, DE**

(71) Anmelder:  
**Murata Manufacturing Co., Ltd., Nagaokakyo-shi,**  
**Kyoto-fu, JP**

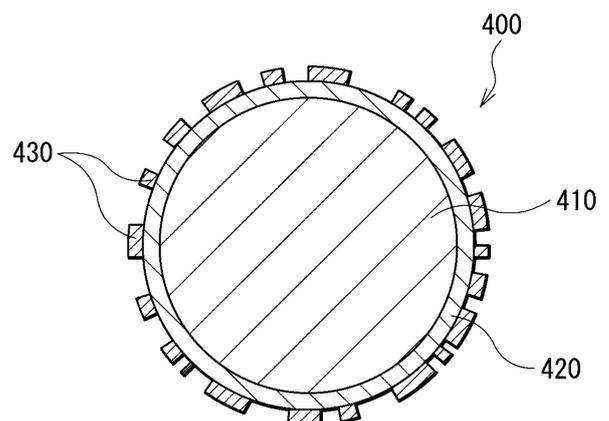
(72) Erfinder:  
**Yamada, Masato, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **ALKALINE-BATTERIE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ALKALINE-BATTERIE**

(57) Zusammenfassung: Eine Alkaline-Batterie weist eine Negativelektrode auf. Die Negativelektrode weist ein Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel auf. Das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel weist ein Mittelteil, eine Deckschicht und inselförmige Schichten auf. Das Mittelteil weist Zink als Bestandteil auf. Die Deckschicht deckt eine Fläche des Mittelteils ab und weist Gallium als Bestandteil auf. Die inselförmigen Schichten befinden sich auf einer Fläche der Deckschicht und weisen Indium als Bestandteil auf.



## Beschreibung

Technisches Gebiet

**[0001]** Die Technologie bezieht sich auf eine Alkaline-Batterie und ein Herstellungsverfahren für eine Alkaline-Batterie.

Allgemeiner Stand der Technik

**[0002]** Eine Alkaline-Batterie ist in einer Vorrichtung wie einem tragbaren Spielgerät, einer Uhr oder einem elektronischen Rechner weit verbreitet. Eine Ausgestaltung der in einer solchen Vorrichtung zu verwendenden Alkaline-Batterie wurde auf verschiedene Arten angegangen.

**[0003]** Insbesondere wird, um die Kapazitätsauslastung einer Metall-Luft-Batterie mit Flüssigkeitsinjektion zu verbessern, eine Deckschicht auf der Fläche einer Negativelektrode bereitgestellt. Die Negativelektrode besteht hauptsächlich aus einem Metall, das eine höhere Ionisierungstendenz als Wasserstoff aufweist. Die Deckschicht unterdrückt eine Wasserstoff erzeugende Reaktion zwischen einer solchen Negativelektrode und einer Elektrolytlösung. Um die Leistung einer Zink-Alkaline-Batterie zu verbessern, wird eine negative Gelelektrode verwendet. Die negative Gelelektrode weist quecksilber- und bleifreies Zinklegierungspulver auf, dem Indium zugesetzt ist. Es wird zum Beispiel auf PTL 2 verwiesen.

**[0004]** Zur Herstellung von Zinklegierungspulver als Negativelektrode für eine Alkaline-Trockenbatterie, die ohne Anwendung eines Amalgamierungsverfahrens verwendet werden kann, werden Indium und Gallium in einer Inertgasatmosphäre trocken auf eine Fläche aus Zinkpulver aufgebracht. Um das Auslaufen von Flüssigkeit aus einer Alkaline-Mangan-Trockenbatterie zu vermeiden, ist ein Galliumoxid in einer Alkaline-Elektrolytlösung, wie z. B. einer wässrigen Kaliumhydroxidlösung, mitaufgenommen. Zum Beispiel wird auf PTL 4 verwiesen. Um die Speichereigenschaften einer Alkaline-Batterie zu verbessern, ist eine vorbestimmte Menge Indium auf Flächen von Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln vorhanden, die Zink aufweisen. Es wird z. B. auf PTL 5 verwiesen.

Zitierliste

Patentliteratur

PTL 1: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. 2013-168360

PTL 2: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. H06-223829

PTL 3: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. H06-318456

PTL 4: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. 2012-028240

PTL 5: Internationale Veröffentlichungs-Nr. WO2019/181538

Kurzdarstellung der Erfindung

**[0005]** Verschiedene Eigenschaften einer Batterie, wie z. B. einer Alkaline-Batterie, wurden auf unterschiedliche Weise berücksichtigt; die Alkaline-Batterie ist jedoch nach wie vor unzureichend in Bezug auf eine starke Belastung. Dementsprechend gibt es immer noch Raum für Verbesserungen in diesem Bereich.

**[0006]** Es ist daher wünschenswert, eine Alkaline-Batterie bereitzustellen, die in der Lage ist, eine überlegene Schwerlastcharakteristik zu erreichen, sowie ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Alkaline-Batterie.

**[0007]** Eine Alkaline-Batterie gemäß einer Ausführungsform der Technologie weist eine Negativelektrode auf. Die Negativelektrode weist ein Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel auf. Das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel weist ein Mittelteil („center part“), eine Deckschicht („covering layer“) und inselförmige Schichten („island-form layers“) auf. Das Mittelteil weist Zink als konstituierendes Element bzw. Bestandteil auf. Die Deckschicht deckt eine Fläche des Mittelteils ab und weist Gallium als konstituierendes Element bzw. Bestandteil auf. Die inselförmigen Schichten befinden sich auf einer Fläche der Deckschicht und weisen Indium als ein konstituierendes Element bzw. Bestandteil auf.

**[0008]** Ein Verfahren zur Herstellung einer Alkaline-Batterie („alkaline battery“) gemäß einer Ausführungsform der Technologie schließt bei der Bildung einer Negativelektrode, die ein Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel aufweist, das Mischen eines Partikels, einer Alkaline-Elektrolytlösung, eines Verdickungsmittels und einer flüssigen Metalllegierung miteinander ein. Das Partikel weist Zink als ein konstituierendes Element bzw. Bestandteil auf. Die Alkaline-Elektrolytlösung weist eine wässrige Lösung auf, die ein Alkalimetallhydroxid aufweist. Das Verdickungsmittel weist eine Polymerverbindung auf. Die flüssige Metalllegierung weist Gallium und Indium als konstituierende Elemente bzw. Bestandteile auf.

**[0009]** Entsprechend der Alkaline-Batterie der Ausführungsform der Technologie weist das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel der Negativelektrode den Mittelteil auf, der Zink als konstituierendes Element/Bestandteil aufweist, die Deckschicht, die Gallium als konstituierendes Element/Bestandteil aufweist, und die inselförmigen Schichten, die Indium als konstituierendes Element/Bestandteil aufweisen. Auf diese Weise lässt sich eine hervorragende Schwerlastcharakteristik bzw. -eigenschaft erzielen.

**[0010]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Alkaline-Batterie der Ausführungsform der Technologie werden das Partikel, das Zink als Bestandteil aufweist, die Alkaline-Elektrolytlösung, die die wässrige Lösung aufweist, die das Alkalimetallhydroxid enthält, das Verdickungsmittel, das die Polymerverbindung aufweist, und die flüssige Metalllegierung, die Gallium und Indium als Bestandteile aufweist, miteinander vermischt. Dies ermöglicht die Herstellung einer Alkaline-Batterie mit einer hervorragenden Schwerlastcharakteristik bzw. -eigenschaft.

**[0011]** Es wird bemerkt, dass die Effekte der Technologie nicht notwendigerweise auf die oben beschriebenen beschränkt sind und eine Reihe von Effekten miteinschließen können, die unten in Bezug auf die Technologie beschrieben werden.

#### Figurenliste

**[Fig. 1]** **Fig. 1** ist eine Schnittdarstellung, die eine Ausgestaltung einer Alkaline-Batterie entsprechend einer Ausführungsform der Technologie zeigt.

**[Fig. 2]** **Fig. 2** ist eine Schnittdarstellung, die schematisch eine Ausgestaltung eines Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels darstellt.

**[Fig. 3]** **Fig. 3** ist eine Darstellung, die schematisch einen Oberflächenzustand des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels aus **Fig. 2** zeigt.

#### Modi zur Ausführung der Erfindung

**[0012]** Einige Ausführungsformen der Technik werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen genauer beschrieben. Die Beschreibung erfolgt in der folgenden Reihenfolge.

1. Alkaline-Batterie (Verfahren zur Herstellung einer Alkaline-Batterie)
  - 1-1. Allgemeine Ausgestaltung
  - 1-2. Detaillierte Ausgestaltung der Negativelektrode
  - 1-3. Herstellungsverfahren
  - 1-4. Funktion und Effekte
2. Modifikationen

<1. Alkaline-Batterie (Verfahren zur Herstellung einer Alkaline-Batterie)>

**[0013]** Zunächst wird eine Alkaline-Batterie gemäß einer Ausführungsform der Technologie beschrieben. Ein Verfahren zur Herstellung einer Alkaline-Batterie entsprechend einer Ausführungsform der Technologie ist ein Verfahren zur Herstellung der Alkaline-Batterie, das im Folgenden beschrieben wird, und wird daher im Folgenden gemeinsam beschrieben.

## &lt;1-1. Allgemeine Ausgestaltung&gt;

**[0014]** Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung der Alkaline-Batterie. Die Alkaline-Batterie weist ein Batteriegehäuse 10, eine Dichtung 20, eine Positivelektrode 30, eine Negativelektrode 40, einen Separator 50 und eine Schutzschicht 60 auf, wie in Fig. 1 dargestellt.

**[0015]** Die in Fig. 1 dargestellte Alkaline-Batterie hat eine flache und säulenartige dreidimensionale Form. Das heißt, die hier zu beschreibende Alkaline-Batterie ist vom sogenannten Münz- oder Knopf-Typ.

## [Batteriegehäuse]

**[0016]** Das Batteriegehäuse 10 ist ein Gehäuse, das Komponenten aufweist, die unter anderem die Positivelektrode 30, die Negativelektrode 40 und den Separator 50 aufweisen. Das Batteriegehäuse 10 weist ein Paar schalenförmiger Elemente auf, die jeweils ein offenes und ein geschlossenes Ende haben. Bei dem Paar schalenförmiger Elemente handelt es sich um einen Positivelektroden-Behälter 11 und einen Negativelektroden-Behälter 12.

**[0017]** Der Positivelektroden-Behälter 11 ist ein Positivelektroden-enthaltendes Element, das die Positivelektrode 30 enthält. Der Positivelektroden-Behälter 11 hat eine im Wesentlichen zylindrische dreidimensionale Form, die einen im Wesentlichen kreisförmigen Bodenteil und einen Seitenwandteil aufweist. Der Positivelektroden-Behälter 11 hat eine Öffnung 11K, die das offene Ende darstellt. Es wird bemerkt, dass, da der Positivelektroden-Behälter 11 an die Positivelektrode 30 angrenzt, der Positivelektroden-Behälter 11 auch als Stromkollektor der Positivelektrode 30 und als externer Kopplungs-Terminal („external coupling terminal“) der Positivelektrode 30 dient. Der externe Kopplungs-Terminal der Positivelektrode 30 ist ein so genanntes Positivelektroden-Terminal.

**[0018]** Der Negativelektroden-Behälter 12 ist ein Negativelektroden-enthaltendes Element, das die Negativelektrode 40 enthält. Wie der Positivelektroden-Behälter 11 hat auch der Negativelektroden-Behälter 12 eine im Wesentlichen zylindrische dreidimensionale Form, die einen im Wesentlichen kreisförmigen Bodenteil und einen Seitenwandteil aufweist. Wie der Positivelektroden-Behälter 11 hat auch der Negativelektroden-Behälter 12 eine Öffnung 12K, die das offene Ende darstellt. Es wird bemerkt, dass, da der Negativelektroden-Behälter 12 an die Negativelektrode 40 angrenzt, wobei die Schutzschicht 60 mit elektrischer Leitfähigkeit dazwischen angeordnet ist, der Negativelektroden-Behälter 12 auch als Stromkollektor der Negativelektrode 40 und als externer Kopplungs-Terminal der Negativelektrode 40 dient. Der externe Kopplungs-Terminal der Negativelektrode 40 ist ein sogenanntes Negativelektroden-Terminal.

**[0019]** Eine innere Größe des Positivelektroden-Behälters 11 ist größer als eine äußere Größe des Negativelektroden-Behälters 12. Dementsprechend ist der Negativelektroden-Behälter 12 in einem Zustand, in dem der Positivelektroden-Behälter 11 und der Negativelektroden-Behälter 12 so angeordnet sind, dass die Öffnungen 11K und 12K einander gegenüberliegen, innerhalb des Positivelektroden-Behälters 11 angeordnet.

**[0020]** Der Positivelektroden-Behälter 11 weist ein elektrisch leitendes Material, wie z.B. ein Metallmaterial, auf. Spezifische Beispiele für das Metallmaterial schließen Eisen, Nickel und rostfreien Stahl mit ein. Die Art des rostfreien Stahls ist nicht besonders begrenzt, und bestimmte Beispiele schließen SUS430 mit ein. Der Positivelektroden-Behälter 11 kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur („multilayer structure“) aufweisen. Die Oberfläche des Positivelektroden-Behälters 11 kann mit einem Metall beschichtet sein. Spezifische Beispiele für das Metallmaterial schließen Nickel mit ein.

**[0021]** Der Negativelektroden-Behälter 12 weist ein elektrisch leitendes Material, wie z.B. ein Metallmaterial, auf. Spezifische Beispiele für das Metallmaterial schließen Kupfer, Nickel und rostfreien Stahl mit ein. Der rostfreie Stahl ist in seiner Art nicht besonders begrenzt, und spezifische Beispiele schließen SUS304 mit ein. Der Negativelektroden-Behälter 12 kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur aufweisen.

**[0022]** Genauer gesagt kann der Negativelektroden-Behälter 12 eine mehrschichtige Struktur aufweisen, bei der eine Nickelschicht, eine Schicht aus rostfreiem Stahl und eine Kupferschicht in dieser Reihenfolge aufeinander geschichtet bzw. gestapelt („stacked“) sind. Das heißt, der Negativelektroden-Behälter 12 kann ein sogenanntes dreischichtiges Mantelmaterial aufweisen. In diesem Fall ist die Kupferschicht, die als Stromkollektor der Negativelektrode 40 dient, auf einer Innenseite und die Nickelschicht auf einer Außenseite angeordnet.

**[0023]** Hier sind der Positivelektroden-Behälter 11 und der Negativelektroden-Behälter 12 mit der dazwischen angeordneten Dichtung 20 in einem Zustand, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 auf der Innenseite des Positivelektroden-Behälters 11 angeordnet ist, miteinander vercrimpt. In diesem Fall kann sich ein Endteil des Negativelektroden-Behälters 12 in Richtung des Positivelektroden-Behälters 11 erstrecken und dann nach außen gefaltet werden, um sich von dem Positivelektroden-Behälter 11 weg zu erstrecken. Das Batteriegehäuse 10 ist somit mit den darin enthaltenen Komponenten, die - ohne Einschränkung - die Positivelektrode 30, die Negativelektrode 40 und den Separator 50 aufweisen, versiegelt. Das durch das Crimpverfahren gebildete Batteriegehäuse 10 ist ein sogenanntes Crimpgehäuse („crimped can“).

(Dichtung)

**[0024]** Die Dichtung („gasket“) 20 ist zwischen dem Positivelektroden-Behälter 11 und dem Negativelektroden-Behälter 12 eingefügt. Die Dichtung 20 ist ein ringförmiges Dichtungselement, das einen Raum zwischen dem Positivelektroden-Behälter 11 und dem Negativelektroden-Behälter 12 abdichtet. Die Dichtung 20 weist ein isolierendes Material auf, wie z. B. eine Polymerverbindung. Spezifische Beispiele für die Polymerverbindung schließen Polyethylen, Polypropylen und Nylon mit ein.

[Positivelektrode]

**[0025]** Hier ist die Positivelektrode 30 ein münzförmiges Pellet. Das heißt, die Positivelektrode 30 ist eine Positivelektroden-Mischung, die zu einem münzförmigen Pellet geformt ist. Die Positivelektrode 30 weist ein Positivelektroden-Aktivmaterial in Form von Partikeln auf, d.h. Positivelektroden-Aktivmaterial-Partikel. Die Positivelektrode 30 kann des Weiteren ein Positivelektroden-Bindemittel aufweisen.

**[0026]** Die Positivelektroden-Aktivmaterial-Partikel weisen jeweils ein oder mehrere Materialien auf, die - ohne Einschränkung - Silberoxid und Mangandioxid miteinschließen. Das Positivelektroden-Bindemittel schließt eine oder mehrere Polymerverbindungen mit ein. Spezifische Beispiele für die Polymerverbindungen schließen eine Polymerverbindung auf Fluorbasis wie Polytetrafluorethylen mit ein.

**[0027]** Darüber hinaus weist die Positivelektrode 30 vorzugsweise ein Silber-Nickel-Verbundoxid (Nickelit) auf. Ein Grund hierfür ist, dass, wenn ein Wasserstoffgas erzeugt wird, das durch eine Reaktion zwischen einem Material auf Zinkbasis, das in einem Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel, der später beschrieben wird, und einer Alkaline-Elektrolytlösung enthalten ist, das Silber-Nickel-Verbundoxid das erzeugte Wasserstoffgas absorbiert, wodurch ein Druckanstieg innerhalb des Batteriegehäuses 10 unterdrückt wird.

**[0028]** Ein Gehalt des Silber-Nickel-Verbundoxids in der Positivelektrode 30 ist nicht besonders begrenzt. Der Gehalt des Silber-Nickel-Verbundoxids in der Positivelektrode 30 liegt vorzugsweise in einem Bereich von 1 Masse-% bis einschließlich 60 Masse-% und noch bevorzugter in einem Bereich von 5 Masse-% bis 40 Masse-%, jeweils insbesondere einschließlich. Ein Grund dafür ist, dass der Druckanstieg innerhalb des Batteriegehäuses 10 unterdrückt wird, während eine Batteriekapazität gesichert wird.

**[0029]** Die Positivelektrode 30 kann des Weiteren einen Positivelektroden-Leiter aufweisen. Ein Grund dafür ist, dass dadurch die elektrische Leitfähigkeit der Positivelektrode 30 verbessert wird. Der Positivelektroden-Leiter weist ein oder mehrere elektrisch leitende Materialien auf, die ohne Einschränkung ein Kohlenstoffmaterial aufweisen. Spezifische Beispiele für das Kohlenstoffmaterial schließen Ruß, Graphit und Graphit mit ein.

[Negativelektrode]

**[0030]** Die Negativelektrode 40 weist ein Negativelektroden-Aktivmaterial in Form von Partikeln auf, d.h. Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel. Dabei kann die Negativelektrode 40 die Alkaline-Elektrolytlösung und ein Verdickungsmittel zusammen mit den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln aufweisen und in Gelform vorliegen. Das heißt, die Negativelektrode 40 ist eine Negativelektroden-Mischung in Gelform.

**[0031]** Die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel als Ganzes haben eine Verbundstruktur, die Zink, Gallium und Indium als konstituierende Elemente aufweist. Eine derartige Ausgestaltung der Negativelektrode 40, die die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel aufweist, wird später unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

**[0032]** Die Alkaline-Elektrolytlösung weist eine oder mehrere wässrige Lösungen auf, die entsprechende Alkalimetallhydroxide aufweisen. Die wässrige Lösung, die ein Alkalimetallhydroxid aufweist, ist eine Lösung, in der das Alkalimetallhydroxid in einem wässrigen Lösungsmittel dispergiert oder aufgelöst ist. Das wässrige Lösungsmittel ist in seiner Art nicht besonders begrenzt und schließt z. B. reines Wasser und destilliertes Wasser mit ein. Das Alkalimetallhydroxid ist in seiner Art nicht besonders begrenzt und schließt beispielsweise Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid mit ein. Es wird bemerkt, dass ein Raum innerhalb des Batteriegehäuses 10 mit der Alkaline-Elektrolytlösung gefüllt sein kann.

**[0033]** Das Verdickungsmittel ist ein sogenanntes Geliermittel. Das Verdickungsmittel weist eine oder mehrere Polymerverbindungen auf. Die Polymerverbindungen sind in ihrer Art nicht besonders beschränkt und schließen beispielsweise eine wasserlösliche Polymerverbindung auf Cellulosebasis und eine wasserabsorbierende Polymerverbindung mit ein. Spezifische Beispiele für die Polymerverbindung schließen Carboxymethylcellulose und Natriumpolyacrylat mit ein.

[Separator]

**[0034]** Der Separator 50 ist zwischen der Positivelektrode 30 und der Negativelektrode 40 angeordnet. Die Positivelektrode 30 und die Negativelektrode 40 liegen also einander gegenüber, wobei der Separator 50 dazwischen angeordnet ist. Der Separator 50 ist mit der Alkaline-Elektrolytlösung imprägniert.

**[0035]** Der Separator 50 kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur aufweisen. Im letzteren Fall kann der Separator 50 eine mehrschichtige Struktur oder eine dreischichtige Struktur aufweisen, bei der ein Vliesstoff („nonwoven fabric“), Zellophan und eine mikroporöse Folie (ein Pflropfcopolymer („graft copolymer“), bei dem eine Methacrylsäure mit Polyethylen pflropfpolymerisiert ist) in dieser Reihenfolge aufeinander geschichtet sind.

[Schutzschicht]

**[0036]** Die Schutzschicht 60 ist eine Zwischenschicht, die zwischen dem Negativelektroden-Behälter 12 und der Negativelektrode 40 angeordnet ist. Hier ist die Schutzschicht 60 so bereitgestellt, dass sie eine innere Fläche des Negativelektroden-Behälters 12 abdeckt. Genauer gesagt wird die Schutzschicht 60 in einem Bereich bereitgestellt, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 und die Negativelektrode 40 miteinander in Kontakt stehen würden, wenn die Schutzschicht 60 nicht vorhanden wäre. Es wird bemerkt, dass ein Bereich zum Bereitstellen der Schutzschicht 60 in einen Bereich um den Bereich herum erweitert werden kann, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 und die Negativelektrode 40 in Kontakt miteinander stehen würden.

**[0037]** In einem Fall, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 ein bestimmtes Metallmaterial (ein erstes Metallmaterial) an einer der Negativelektrode 40 zugewandten Fläche aufweist, weist die Schutzschicht 60 vorzugsweise ein bestimmtes Metallmaterial (ein zweites Metallmaterial) mit einer Wasserstoffüberspannung auf, die höher ist als eine Wasserstoffüberspannung des Metallmaterials, das der Negativelektroden-Behälter 12 an der der Negativelektrode 40 zugewandten Fläche aufweist.

**[0038]** Das heißt, in einem Fall, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 eine einschichtige Struktur aufweist, die ein Metallmaterial aufweist, weist die Schutzschicht 60 vorzugsweise ein Metallmaterial mit einer Wasserstoffüberspannung auf, die höher ist als eine Wasserstoffüberspannung des Materials (des Metallmaterials), das in dem Negativelektroden-Behälter 12 enthalten ist.

**[0039]** In einem Fall, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 eine mehrschichtige Struktur aufweist, die zwei oder mehr Metallmaterialien aufweist, weist die Schutzschicht 60 vorzugsweise ein Metallmaterial mit einer Wasserstoffüberspannung auf, die höher ist als eine Wasserstoffüberspannung eines Materials (eines Metallmaterials), das an einer Fläche des Negativelektroden-Behälters 12 enthalten ist.

**[0040]** Ein Grund, warum die Schutzschicht 60 zwischen dem Negativelektroden-Behälter 12 und der Negativelektrode 40 angeordnet ist, ist, dass dies die Erzeugung von Wasserstoffgas unterdrückt, das durch eine partielle Batteriereaktion zwischen dem Negativelektroden-Behälter 12 und den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln (ein Material auf Zinkbasis, das später beschrieben wird), die in der Negativelektrode 40 enthalten sind, verursacht wird.

**[0041]** In einem Fall, in dem der Negativelektroden-Behälter 12 das oben beschriebene dreischichtige Mantelmaterial (Nickelschicht/Schicht aus rostfreiem Stahl /Kupferschicht) aufweist, weist die Schutzschicht 60

beispielsweise ein oder mehrere Metallmaterialien auf, die jeweils eine Wasserstoffüberspannung aufweisen, die höher ist als eine Wasserstoffüberspannung von Kupfer. Beispiele für die Metallmaterialien, die jeweils eine Wasserstoffüberspannung aufweisen, die höher ist als die Wasserstoffüberspannung von Kupfer, schließen Zinn, Indium, Wismut und Gallium mit ein.

<1-2. Detaillierte Ausgestaltung der Negativelektrode>

**[0042]** Fig. 2 stellt schematisch eine Schnitt-Ausgestaltung eines Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 dar. Fig. 3 zeigt schematisch einen Oberflächenzustand des in Fig. 2 dargestellten Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400. Es wird bemerkt, dass Fig. 3 einen Abschnitt einer Oberfläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 in einer vergrößerten Darstellung zeigt.

**[0043]** Wie in den Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt, weist das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 ein Mittelteil 410, eine Deckschicht 420 und inselförmige Schichten 430 auf. In Fig. 3 ist die Deckschicht 420 hell schattiert und jede der inselförmigen Schichten 430 ist dunkel schattiert.

[Mittelteil]

**[0044]** Das Mittelteil 410 ist ein im Wesentlichen kugelförmiges Teilchen und weist ein oder mehrere quecksilberfreie Materialien auf Zinkbasis auf. Der Begriff „Material auf Zinkbasis“ ist ein allgemeiner Begriff für ein Material, das Zink als Bestandteil bzw. konstituierendes Element aufweist. Bei dem Material auf Zinkbasis kann es sich um eine einzelne Substanz (Zink), eine Verbindung (eine Zinkverbindung) oder eine Legierung (eine Zinklegierung) handeln.

**[0045]** Die Art der Zinkverbindung ist nicht besonders begrenzt, und spezifische Beispiele dafür schließen Zinkoxid mit ein. Die Zinklegierung ist in ihrer Art nicht besonders begrenzt, und spezifische Beispiele dafür schließen eine Legierung aus Zink und einem oder mehreren Metallen mit ein, die unter anderem Wismut, Indium und Aluminium aufweisen.

**[0046]** Der Gehalt an Bismut, Indium und Aluminium in der Zinklegierung ist nicht besonders begrenzt. Insbesondere liegt der Wismut-Gehalt in einem Bereich von 5 ppm bis 200 ppm, jeweils einschließlich. Der Gehalt an Indium liegt in einem Bereich von 300 ppm bis 500 ppm, jeweils einschließlich. Der Gehalt an Aluminium liegt in einem Bereich von 5 ppm bis 100 ppm, beides einschließlich.

[Deckschicht]

**[0047]** Die Deckschicht 420 bedeckt eine Fläche des mittleren Teils 410. Die Deckschicht 420 kann die gesamte Fläche bzw. Oberfläche des Mittelteils 410 abdecken, oder sie kann nur einen Abschnitt der Fläche des Mittelteils 410 abdecken. Im letzteren Fall können mehrere voneinander getrennte Deckschichten 420 die Fläche des Mittelteils 410 abdecken. Fig. 2 stellt einen Fall dar, in dem die Deckschicht 420 die gesamte Fläche des Mittelteils 410 abdeckt.

**[0048]** Die Deckschicht 420 weist ein oder mehrere Materialien auf Galliumbasis auf. Der Begriff „Material auf Galliumbasis“ ist ein allgemeiner Begriff für ein Material, das Gallium als Bestandteil bzw. konstituierendes Element aufweist. Bei dem Material auf Galliumbasis kann es sich um eine einzelne Substanz (Gallium), eine Verbindung (eine Galliumverbindung) oder eine Legierung (eine Galliumlegierung) handeln. Die Art der Galliumverbindung ist nicht besonders begrenzt und schließt als spezifische Beispiele dafür z. B. Galliumhydroxid, Galliumoxid und Galliumnitrid mit ein. Die Galliumlegierung ist in ihrer Art nicht besonders begrenzt und schließt als spezifische Beispiele dafür beispielsweise eine Gallium-Indium-Legierung, eine Gallium-Wismut-Legierung, eine Gallium-Zinn-Legierung, eine Gallium-Zink-Legierung, eine Gallium-Indium-Zinn-Legierung, eine Gallium-Indium-Zink-Legierung und eine Gallium-Indium-Wismut-Legierung mit ein.

[Inselförmige Schichten]

**[0049]** Die inselförmigen Schichten 430 befinden sich auf einer Fläche bzw. Oberfläche der Deckschicht 420 und sind voneinander getrennt. Das heißt, die inselförmigen Schichten 430, die voneinander getrennt sind, befinden sich auf der Fläche der Deckschicht 420.

**[0050]** Die inselförmigen Schichten 430 weisen ein oder mehrere Materialien auf Indiumbasis auf. Der Begriff „Material auf Indiumbasis“ ist ein allgemeiner Begriff für ein Material, das Indium als Bestandteil bzw. konsti-

tuierendes Element aufweist. Bei dem Material auf Indiumbasis kann es sich um eine einzelne Substanz (Indium), eine Verbindung (eine Indiumverbindung) oder eine Legierung (eine Indiumlegierung) handeln. Die Indiumverbindung ist in ihrer Art nicht besonders begrenzt und schließt als spezifische Beispiele dafür beispielsweise Indiumhydroxid, Indiumoxid und Indiumnitrid mit ein. Die Indiumlegierung ist in ihrer Art nicht besonders begrenzt und schließt als spezifische Beispiele dafür beispielsweise eine Indium-Wismut-Legierung, eine Indium-Zinn-Legierung, eine Indium-Zink-Legierung und eine Indium-Magnesium-Legierung mit ein.

**[0051]** Ein Grund, warum das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 die oben beschriebene Ausgestaltung aufweist, die das Mittelteil 410, die Deckschicht 420 und die inselförmigen Schichten 430 aufweist, ist, dass dies der Alkaline-Batterie eine überlegene Schwerlastcharakteristik bzw. -eigenschaft verleiht.

**[0052]** Dies wird im Folgenden genauer beschrieben. Die Oberfläche des Mittelteils 410 (das Material auf Zinkbasis) ist mit der Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) bedeckt, und die inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) befinden sich auf der Oberfläche der Deckschicht 420. Die mittleren Teile 410 kommen also miteinander in Kontakt, mit dazwischen liegenden Deckschichten 420 und inselförmigen Schichten 430. Dadurch vergrößert sich die Kontaktfläche zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400, was die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 verbessert. In diesem Fall verbessert sich die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 deutlich, da Gallium, das ein Flüssigmetall ist, eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Infolgedessen verbessert sich die Schwerlastcharakteristik der Alkaline-Batterie. Insbesondere, weil die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 deutlich verbessert wird, wie oben beschrieben, ist eine überlegene Schwerlast-Charakteristik erreichbar, selbst wenn die Alkaline-Batterie in einer schwierigen Umgebung, wie z.B. einer Umgebung mit niedriger Temperatur, verwendet und gelagert wird.

**[0053]** Darüber hinaus ist eine überlegene Kapazitätserhaltungscharakteristik auch in der Alkaline-Batterie erhältlich, die die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 verwendet, die jeweils den mittleren Teil 410, die Deckschicht 420 und die inselförmigen Schichten 430 aufweisen.

**[0054]** Dies wird im Folgenden genauer beschrieben. Da die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) mit einer hohen Wasserstoffüberspannung und die inselförmigen Schichten 430 (Material auf das auf Indiumbasis) mit einer hohen Wasserstoffüberspannung auf der Oberfläche des Mittelteils 410 (Legierung auf Zinkbasis) bereitgestellt werden, wird die Erzeugung von Wasserstoffgas in den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 unterdrückt. Dies ermöglicht einen Verbrauchsmodus der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400, der nicht von der Innenseite, sondern von der Fläche desselben ausgeht, was eine Degradation oder Zerstörung der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 unterdrückt. Infolgedessen verbessert sich die Kapazitätserhaltungsrate der Alkaline-Batterie.

(Physikalische Eigenschaft)

**[0055]** Die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 haben vorzugsweise eine Reihe von physikalischen Eigenschaften, die im Folgenden beschrieben werden.

(Maximale äußere Größe D)

**[0056]** Eine maximale äußere Größe D der inselförmigen Schichten 430 ist nicht besonders begrenzt und liegt vorzugsweise in einem Bereich von insbesondere 1  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$  jeweils einschließlich. Ein Grund hierfür ist, dass sich die Kontaktfläche zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 ausreichend vergrößert und somit die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 ausreichend verbessert.

**[0057]** Die maximale äußere Größe D wird dabei nach folgendem Verfahren berechnet. Zunächst wird die Negativelektrode 40 durch Zerlegen der Alkaline-Batterie entnommen. Danach werden die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 durch Waschen der Negativelektrode 40 mit einem wässrigen Lösungsmittel, wie z.B. destilliertem Wasser, gesammelt, woraufhin die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 getrocknet werden. Das Waschen der Negativelektrode 40 schließt z. B. das Auflösen und Entfernen des Verdickungsmittels auf. Danach wird ein REM-Bild (siehe **Fig. 3**) durch Beobachtung der Oberfläche der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 mit Hilfe einer Vorrichtung wie einem Rasterelektronenmikroskop (REM) erfasst. In diesem Fall wird beispielsweise ein von Phenom-World hergestelltes Analysemikroskop

Phenom ProX als SEM verwendet. Die Beobachtungsbedingungen werden wie folgt festgelegt: Die Beschleunigungsspannung wird auf 15 keV und die Vergrößerung auf 4300-fach eingestellt. Schließlich werden auf der Grundlage des REM-Bildes fünf beliebige inselförmige Schichten 430 ausgewählt und die jeweiligen maximalen äußeren Größen  $D$  ( $\mu\text{m}$ ) der ausgewählten inselförmigen Schichten 430 gemessen, woraufhin ein Durchschnittswert der gemessenen fünf maximalen äußeren Größen  $D$  berechnet wird.

(Abundanzverhältnisse RGZ, RIZ und RIG)

**[0058]** Ein Abundanzverhältnis/Häufigkeitsverhältnis („abundance ratio“) zwischen Zink, das in dem Mittelteil 410 (das Material auf Zinkbasis) als Bestandteil enthalten ist, Gallium, das in der Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) als Bestandteil enthalten ist, und Indium, das in den inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) als Bestandteil enthalten ist, ist nicht besonders begrenzt.

**[0059]** Insbesondere liegt ein Häufigkeitsverhältnis RGZ bevorzugt in einem Bereich von 0,5 bis 5,0, jeweils einschließlich. Das Abundanzverhältnis RGZ ist ein Verhältnis eines Gehalts CG (Masse-%) an Gallium auf der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 zu einem Gehalt CZ (Masse-%) an Zink auf der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400.

**[0060]** Darüber hinaus ist ein Abundanzverhältnis RIZ bevorzugt in einem Bereich von 1,0 bis 20,0, jeweils einschließlich. Das Abundanzverhältnis RIZ ist ein Verhältnis eines Gehalts CI (Massenprozent) von Indium an der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 zu dem oben beschriebenen Gehalt CZ an Zink.

**[0061]** Ein Grund, warum die Häufigkeitsverhältnisse RGZ und RIZ innerhalb der jeweiligen oben beschriebenen Bereiche liegen, ist, dass die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 verbessert wird, während die Degradation der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 unterdrückt wird. Das Abundanzverhältnis RGZ wird auf der Grundlage des folgenden Berechnungsausdrucks berechnet:  $\text{RGZ} = (\text{CG}/\text{CZ}) \times 100$ . Das Abundanzverhältnis RIZ wird auf der Grundlage des folgenden Berechnungsausdrucks berechnet:  $\text{RIZ} = (\text{CI}/\text{CZ})$ .

**[0062]** In diesem Fall liegt das Abundanzverhältnis RIG bevorzugt in einem Bereich von 0,5 bis 8,5, jeweils einschließlich. Das Abundanzverhältnis RIG ist ein Verhältnis zwischen dem Gehalt CI an Indium und dem Gehalt CG an Gallium.

**[0063]** Ein Grund dafür ist, dass die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 ausreichend verbessert wird, während die Degradation der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 ausreichend unterdrückt wird. Das Abundanzverhältnis RIG wird auf der Grundlage des folgenden Berechnungsausdrucks berechnet:  $\text{RIG} = (\text{CI}/\text{CG}) \times 100$ .

**[0064]** Insbesondere liegt das Abundanzverhältnis RGZ bevorzugt in einem Bereich von 1,0 bis 3,0, jeweils einschließlich, und das Abundanzverhältnis RIZ liegt bevorzugt in einem Bereich von 2,0 bis 18,0, jeweils einschließlich. In diesem Fall liegt das Abundanzverhältnis RIG bevorzugt in einem Bereich von 2,0 bis 8,5, jeweils einschließlich. Ein Grund dafür ist, dass die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 weiter verbessert wird, während die Degradation der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 weiter unterdrückt wird.

**[0065]** Hier wird ein Verfahren zur Berechnung des Abundanzverhältnisses RGZ wie folgt beschrieben. Zunächst werden mehrere Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 aus der Alkaline-Batterie durch das oben beschriebene Verfahren gesammelt. Danach wird die Fläche der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 mit Hilfe eines REM untersucht. Einzelheiten, einschließlich der Beobachtungsbedingungen, sind wie oben beschrieben. Danach werden die Gehalte CZ und CG jeweils durch Ausführen einer Elementaranalyse der Oberfläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 mittels energiedispersiver Röntgenspektrometrie (EDX) bestimmt. Als Analysebedingung wird die Beschleunigungsspannung auf 15 keV gesetzt.

**[0066]** Bei der Bestimmung des Gehalts CZ wird zunächst ein EDX-Spektrum der Oberfläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 erfasst, woraufhin eine für Zink eindeutige Peakintensität  $I(\text{Zn})$  bestimmt wird. Danach wird die Peak-Intensität  $I(\text{Zn})$  auf der Grundlage eines Verhältnisses  $I(\text{Zn})/I_s(\text{Zn})$  korrigiert, das ein Verhältnis der Peak-Intensität  $I(\text{Zn})$  zu einer Peak-Intensität  $I_s(\text{Zn})$  einer Standardprobe ist. Schließlich wird der Gehalt CZ auf der Grundlage der korrigierten Peakintensität  $I(\text{Zn})$  bestimmt.

**[0067]** Bei der Bestimmung des Gehalts CG wird zunächst ein EDX-Spektrum der Oberfläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 erfasst, woraufhin eine für Gallium eindeutige Peakintensität  $I(\text{Ga})$  bestimmt wird. Danach wird die Peak-Intensität  $I(\text{Ga})$  auf der Grundlage eines Verhältnisses  $I(\text{Ga})/I_s(\text{Ga})$  korrigiert, das ein Verhältnis der Peak-Intensität  $I(\text{Ga})$  zu einer Peak-Intensität  $I_s(\text{Ga})$  einer Standardprobe ist. Schließlich wird der Gehalt CG auf der Grundlage der korrigierten Peakintensität  $I(\text{Ga})$  bestimmt.

**[0068]** Schließlich wird das Abundanzverhältnis RGZ auf der Grundlage der Gehalte CZ und CG berechnet.

**[0069]** Ein Verfahren zur Berechnung des Abundanzverhältnisses RIZ ähnelt dem Verfahren zur Berechnung des Abundanzverhältnisses RGZ, mit der Ausnahme, dass die Abundanz CI anstelle der Abundanz CG verwendet wird. Bei der Bestimmung des Gehalts CI wird zunächst ein EDX-Spektrum der Oberfläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400 erfasst, woraufhin eine für Indium eindeutige Peakintensität  $I(\text{In})$  bestimmt wird. Danach wird die Peakintensität  $I(\text{In})$  auf der Grundlage eines Verhältnisses  $I(\text{In})/I_s(\text{In})$  korrigiert, das ein Verhältnis der Peakintensität  $I(\text{In})$  zu einer Peakintensität  $I_s(\text{In})$  einer Standardprobe darstellt. Schließlich wird der Gehalt CI auf der Grundlage der korrigierten Peakintensität  $I(\text{In})$  bestimmt.

**[0070]** Ein Verfahren zur Berechnung des Abundanzverhältnisses RIG ähnelt dem Verfahren zur Berechnung des Abundanzverhältnisses RGZ mit der Ausnahme, dass anstelle der Abundanz/des Gehalts CZ die Abundanz/der Gehalt CI verwendet wird.

### <1-3. Herstellungsverfahren>

**[0071]** Die Alkalibatterie wird nach dem folgenden Verfahren hergestellt. In diesem Fall werden die Positivelektrode 30 und die Negativelektrode 40 jeweils hergestellt, woraufhin die Alkaline-Batterie unter Verwendung von Komponenten zusammengesetzt wird, die ohne Einschränkung, die hergestellte Positivelektrode 30 und die Negativelektrode 40 mit einschließen.

#### [Herstellung der Positivelektrode]

**[0072]** Zunächst wird das Positivelektroden-Aktivmaterial mit dem Positivelektroden-Bindemittel nach Bedarf gemischt, um so eine Positivelektroden-Mischung zu erhalten. Danach wird die Positivelektroden-Mischung mit Hilfe einer Pressmaschine in eine Münzform gebracht. Schließlich wird die Positivelektroden-Mischung mit der Münzform in den Positivelektroden-Behälter 11 gegeben, woraufhin die Alkaline-Elektrolytlösung in den Positivelektroden-Behälter 11 eingespritzt wird. Die Positivelektroden-Mischung wird dadurch mit der Alkaline-Elektrolytlösung imprägniert. Auf diese Weise wird die Positivelektrode 30 hergestellt.

#### [Herstellung der Negativelektrode]

**[0073]** Das pulverförmige Material auf Zinkbasis (die Materialpartikel auf Zinkbasis), die Alkaline-Elektrolytlösung, das Verdickungsmittel und eine flüssige Metalllegierung, die ein Additivmaterial ist, werden als Rohmaterialien hergestellt.

**[0074]** Das Additivmaterial ist ein Material, das zu den Materialpartikeln auf Zinkbasis, der Alkaline-Elektrolytlösung und dem Verdickungsmittel hinzugefügt wird. Das Additivmaterial ist ein Material zur Bildung jeweils der Deckschicht 420 und der inselförmigen Schichten 430. Die Flüssigmetalllegierung, die das Zusatzmaterial ist, ist eine Legierung aus Gallium (einem Flüssigmetall) und Indium und weist daher Gallium und Indium als Bestandteile auf.

**[0075]** Insbesondere kann die Flüssigmetalllegierung eine Legierung aus Gallium und Indium oder eine Legierung aus Gallium, Indium und einem oder mehreren anderen Metallen (andere Metalle als Gallium und Indium) sein. Die anderen Metalle sind in ihrer Art nicht besonders begrenzt und schließen z. B. Zinn, Zink und Wismut mit ein.

**[0076]** Die Flüssigmetalllegierung ist in ihrer Zusammensetzung (Gewichtsverhältnis zwischen den Metallkomponenten) nicht besonders begrenzt. Wenn es sich bei der Flüssigmetalllegierung um eine Legierung aus Gallium und Indium handelt, ist es bevorzugt, dass der Gehalt an Gallium größer ist als der an Indium. Wenn es sich bei der Flüssigmetalllegierung um eine Legierung aus Gallium, Indium und einem oder mehreren anderen Metallen handelt, ist es bevorzugt, dass der Gehalt an Gallium größer ist als der Gehalt an Indium und dass der Gehalt an Indium größer ist als der Gesamtgehalt an dem einen oder den mehreren anderen Metallen. Ein Grund dafür ist, dass dadurch die Deckschicht 420 leicht so gebildet werden kann,

dass sie die Oberfläche des Mittelteils 410 abdeckt, und auch die inselförmigen Schichten 430 leicht so gebildet werden können, dass sie auf der Fläche der Deckschicht 420 vorhanden sind.

**[0077]** Danach werden die Rohstoffe unter Erwärmung miteinander vermischt, um so eine Negativelektroden-Mischung zu bilden. Die Erhitzungstemperatur ist nicht besonders begrenzt. Insbesondere liegt die Erhitzungstemperatur in einem Bereich von 30°C bis 80°C, jeweils einschließlich, bevorzugt in einem Bereich von 35°C bis 80°C, jeweils einschließlich, und noch bevorzugter in einem Bereich von 40°C bis 80°C, jeweils einschließlich.

**[0078]** Dadurch kann das Verdickungsmittel in der Alkaline-Elektrolytlösung gelöst werden, was die Bindungseigenschaften des Verdickungsmittels verbessert. Infolgedessen steigt die Viskosität der Negativelektroden-Mischung. Darüber hinaus haftet die flüssige Metalllegierung leicht an der gesamten Oberfläche des Mittelteils 410 (den Materialpartikeln auf Zinkbasis), was eine leichtere Ausscheidung des Materials auf Galliumbasis auf der Oberfläche des Mittelteils 410 in einem weiten Bereich ermöglicht. Dadurch wird die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) gebildet. Darüber hinaus wird die Abscheidung des Materials auf Indiumbasis teilweise auf der Oberfläche der Deckschicht 420 (des Materials auf Galliumbasis) erleichtert. Dadurch werden die inselförmigen Schichten 430 (das Indium-basierte Material) gebildet.

**[0079]** Auf diese Weise werden das Mittelteil 410 (das Material auf Zinkbasis), die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) und die inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) gebildet, und die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 werden dadurch gebildet. Die Negativelektrode 40 in Gelform, die die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 aufweist, ist somit hergestellt.

#### [Zusammenbau einer Alkaline-Batterie]

**[0080]** Zunächst wird der Separator 50 auf die im Positivelektroden-Behälter 11 enthaltene Positivelektrode 30 aufgesetzt, woraufhin die Alkaline-Elektrolytlösung auf den Separator 50 getropft wird. Auf diese Weise wird der Separator 50 mit der Alkaline-Elektrolytlösung imprägniert.

**[0081]** Danach wird die Negativelektrode 40 in Gelform auf den Separator 50 gelegt, woraufhin der Negativelektroden-Behälter 12 auf die Negativelektrode 40 platziert wird. In diesem Fall wird der Negativelektroden-Behälter 12 in Bezug auf den Positivelektroden-Behälter 11 so angeordnet, dass die Öffnungen 11K und 12K einander zugewandt sind, und der Negativelektroden-Behälter 12 wird innerhalb des Positivelektroden-Behälters 11 angeordnet, wobei die Dichtung 20 dazwischen liegt. Es wird bemerkt, dass, da die Schutzschicht 60 auf der inneren Fläche des Negativelektroden-Behälters 12 durch ein Verfahren wie das Sputtern gebildet wird, der Negativelektroden-Behälter 12 an die Negativelektrode 40 angrenzt, wobei die Schutzschicht 60 dazwischen angeordnet ist.

**[0082]** Schließlich werden der Positivelektroden-Behälter 11 und der Negativelektroden-Behälter 12 mit der dazwischen liegenden Dichtung 20 zusammengepresst, um das Batteriegehäuse 10 zu bilden. Auf diese Weise werden die Komponenten, die ohne Einschränkung die Positivelektrode 30, die Negativelektrode 40 und den Separator 50 aufweisen, in dem Batteriegehäuse 10 versiegelt. Die Alkaline-Batterie ist damit fertiggestellt.

#### <1-4. Funktion bzw. Wirkung und Effekte>

**[0083]** Gemäß der Alkaline-Batterie weist das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 der Negativelektrode 40 den Mittelteil 410 (das Material auf Zinkbasis), die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) und die inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) auf.

**[0084]** In diesem Fall, wie oben beschrieben, kommen die Mittelteile 410 miteinander in Kontakt, mit den dazwischen liegenden Deckschichten 420 und inselförmigen Schichten 430, was die Kontaktfläche zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 vergrößert. Dadurch verbessert sich die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400. In diesem Fall verbessert sich die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 deutlich, da Gallium, das ein Flüssigmetall ist, eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Dementsprechend ist es möglich, eine hervorragende Schwerlastcharakteristik bzw. -eigenschaft zu erreichen.

**[0085]** Insbesondere kann die maximale äußere Größe D der inselförmigen Schichten 430 im Bereich von 1 µm bis 10 µm, jeweils einschließlich, liegen. Dadurch wird die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 verbessert. Entsprechend ist es möglich, höhere Effekte zu erzielen.

**[0086]** Darüber hinaus kann das Abundanzverhältnis RGZ im Bereich von 0,5 bis 5,0, jeweils einschließlich, liegen, und das Abundanzverhältnis RIZ kann im Bereich von 1,0 bis 20,0, jeweils einschließlich, liegen. Dies verbessert die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 und unterdrückt gleichzeitig die Degradation der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400. Entsprechend ist es möglich, höhere Effekte zu erzielen. In diesem Fall kann das Abundanzverhältnis RIG im Bereich von 0,5 bis 8,5, jeweils einschließlich, liegen. Dadurch lassen sich ausgesprochen hohe Effekte erzielen.

**[0087]** Insbesondere kann das Abundanzverhältnis RGZ im Bereich von 1,0 bis 3,0, jeweils einschließlich, liegen und das Abundanzverhältnis RIZ im Bereich von 2,0 bis 18,0, jeweils einschließlich. Dadurch wird die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 weiter verbessert, während die Degradation der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 weiter unterdrückt wird. Dementsprechend ist es möglich, weiter höhere Effekte zu erzielen. In diesem Fall kann das Häufigkeitsverhältnis RIG im Bereich zwischen 2,0 und 8,5, jeweils einschließlich, liegen. Auf diese Weise lassen sich ausgesprochen hohe Effekte erzielen.

**[0088]** Des Weiteren kann die Negativelektrode 40 die Alkaline-Elektrolytlösung und das Verdickungsmittel zusammen mit den Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikeln 400 aufweisen und in Gelform sein. Dies ermöglicht eine einfachere Bildung der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 mit der oben beschriebenen Ausgestaltung (der Mittelteil 410, die Deckschicht 420 und die inselförmigen Schichten 430) und erleichtert das Halten der Alkaline-Elektrolytlösung in der Negativelektrode 40. Entsprechend ist es möglich, höhere Effekte zu erzielen.

**[0089]** Des Weiteren kann die Schutzschicht 60 zwischen dem Negativelektroden-Behälter 12 und der Negativelektrode 40 angeordnet sein, und die Schutzschicht 60 kann das Metallmaterial mit der Wasserstoffüberspannung einschließen, die höher ist als die Wasserstoffüberspannung des Metallmaterials an der Oberfläche des Negativelektroden-Behälters 12. Dadurch wird die Bildung von Wasserstoffgas unterdrückt, das durch eine Nebenreaktion zwischen dem Negativelektroden-Behälter 12 und der Negativelektrode 40 (dem Material auf Zinkbasis) entsteht. Entsprechend ist es möglich, höhere Effekte zu erzielen.

**[0090]** Im Übrigen werden gemäß dem Herstellungsverfahren der Alkaline-Batterie bei der Bildung der Negativelektrode 40 (der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400) das Material auf Zinkbasis in Pulverform (die Materialpartikel auf Zinkbasis), die Alkaline-Elektrolytlösung, das Verdickungsmittel und die Flüssigmetalllegierung (die Legierung aus Gallium, das ein Flüssigmetall ist, und Indium) miteinander vermischt.

**[0091]** In diesem Fall wird, wie oben beschrieben, während die Viskosität der Negativelektroden-Mischung durch die Verwendung des Verdickungsmittels erhöht wird, das Material auf Galliumbasis leicht auf der Oberfläche des Mittelteils 410 (das Material auf Zinkbasis) über einen weiten Bereich abgeschieden, was die Bildung der Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) ermöglicht. Darüber hinaus lässt sich das Material auf Indiumbasis leicht teilweise auf der Fläche der Deckschicht 420 (Material auf Galliumbasis) abscheiden, was die Bildung der inselförmigen Schichten 430 (Material auf Indiumbasis) ermöglicht. Dementsprechend lassen sich die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400, die jeweils den Mittelteil 410 (das Material auf Zinkbasis), die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) und die inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) aufweisen, leicht herstellen. Infolgedessen ist es möglich, eine Alkaline-Batterie herzustellen, die eine hervorragende Schwerlastcharakteristik aufweist.

## <2. Modifikationen>

**[0092]** Die Ausgestaltung der Alkaline-Batterie ist je nach Wunsch modifizierbar wie nachstehend beschrieben.

**[0093]** In **Fig. 1** ist die Schutzschicht 60 auf der inneren Fläche des Negativelektroden-Behälters 12 vorgesehen. Es kann jedoch auch keine Schutzschicht 60 auf der inneren Fläche des Negativelektroden-Behälters 12 vorgesehen sein. Auch in diesem Fall lässt sich eine überragende Schwerlastcharakteristik und damit ähnliche Effekte erzielen, wenn das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 der Negativelektrode 40 den Mittelteil 410, die Deckschicht 420 und die inselförmigen Schichten 430 aufweist. Es wird bemerkt, dass es zur Unterdrückung der Wasserstoffgasbildung, die durch die Nebenreaktion zwischen dem Negativelektroden-

Behälter 12 und der Negativelektrode 40 (dem Material auf Zinkbasis) verursacht wird, bevorzugt ist, dass die Schutzschicht 60 auf der inneren Fläche des Negativelektroden-Behälters 12 vorgesehen ist, wie oben beschrieben.

#### Beispiele

**[0094]** Es werden Beispiele für die Technologie beschrieben.

<Beispiele 1 bis 18 und vergleichende Beispiele 1 bis 4>

**[0095]** Es wurden Alkaline-Batterien hergestellt, und anschließend wurden die Alkaline-Batterien auf ihre jeweiligen Batterieeigenschaften bzw. -charakteristiken untersucht.

[Herstellung von Alkaline-Batterien]

**[0096]** Die in **Fig. 1** dargestellten Alkaline-Batterien wurden gemäß dem folgenden Verfahren hergestellt.

(Herstellung der Positivelektrode)

**[0097]** Zunächst wurden 69,5 Masseteile des Positivelektroden-Aktivmaterials (Silberoxid), 20,0 Masseteile des Positivelektroden-Aktivmaterials (Mangandioxid), 10,0 Masseteile des Silber-Nickel-Verbundoxids (Nickelit) und 0,5 Masseteile des Positivelektroden-Bindemittels (Polytetrafluorethylen) miteinander vermischt, um so eine Positivelektroden-Mischung zu erhalten. Danach wurde die Positivelektroden-Mischung mit Hilfe einer Pressmaschine in eine Münzform gebracht. Schließlich wurde die Positivelektroden-Mischung in Münzform in den Positivelektroden-Behälter 11 (SUS430) gegeben, woraufhin die Alkaline-Elektrolytlösung (eine wässrige Natriumhydroxid-Lösung mit einer Konzentration von 25 %) in den Positivelektroden-Behälter 11 injiziert wurde. Die Positivelektroden-Mischung wurde so mit der Alkaline-Elektrolytlösung imprägniert. Auf diese Weise wurde die Positivelektrode 30 hergestellt.

(Herstellung der Negativelektrode)

**[0098]** Die Negativelektrode 40 wurde unter Verwendung der Flüssigmetalllegierung als Additivmaterial hergestellt.

**[0099]** Insbesondere wurden ein quecksilberfreies Material auf Zinkbasis in Pulverform (Zinklegierungspartikel), die Alkaline-Elektrolytlösung (die oben beschriebene wässrige Lösung von Natriumhydroxid), das Verdickungsmittel (Carboxymethylcellulose) und die flüssige Metalllegierung (eine Galliumlegierung) als Additivmaterial als Rohmaterialien hergestellt.

**[0100]** Als Zinklegierung wurde eine Zink-Aluminium-Wismut-Indium-Legierung verwendet. Der Gehalt an Aluminium wurde in einem Bereich von 5 ppm bis 100 ppm, jeweils einschließlich, der Gehalt an Wismut in einem Bereich von 5 ppm bis 200 ppm, jeweils einschließlich, und der Gehalt an Indium in einem Bereich von 300 ppm bis 500 ppm, jeweils einschließlich festgelegt.

**[0101]** Als Galliumlegierung wurden eine Gallium-Indium-Legierung (GalIn), eine Gallium-Indium-Zinn-Legierung (GalInSn) und eine Gallium-Indium-Zink-Legierung (GalInZn) verwendet. Die Zusammensetzung der Gallium-Indium-Legierung wurde so festgelegt, dass das Gewichtsverhältnis von Gallium zu Indium auf 75,5:24,5 festgelegt wurde. Die Zusammensetzung der Gallium-Indium-Zinn-Legierung wurde so festgelegt, dass das Gewichtsverhältnis von Gallium zu Indium zu Zinn auf 62:25:13 festgelegt wurde. Die Zusammensetzung der Gallium-Indium-Zink-Legierung wurde so festgelegt, dass das Gewichtsverhältnis von Gallium zu Indium zu Zink auf 67:29:4 festgelegt wurde.

**[0102]** Danach wurden die Rohmaterialien unter Erwärmung (bei einer Heiztemperatur von 45°C) miteinander vermischt, um eine Negativelektroden-Mischung zu erhalten. In diesem Fall wurden 68,0 Masseteile eines quecksilberfreien Materials auf Zinkbasis in Pulverform, 25,0 Masseteile der Alkaline-Elektrolytlösung, 6,9 Masseteile des Verdickungsmittels und 0,1 Masseteile der flüssigen Metalllegierung als Additivmaterial miteinander vermischt.

**[0103]** Die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400, die jeweils den Mittelteil 410 (das Material auf Zinkbasis), die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) und die inselförmigen Schichten 430 (das Mate-

rial auf Indiumbasis) aufweisen, wurden so gebildet. Auf diese Weise wurde die Negativelektrode 40 in der Gelform, die die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 einschließt, hergestellt.

**[0104]** Nachdem die Negativelektrode 40 hergestellt wurde, wurden die physikalischen Eigenschaften der Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 (die maximale äußere Größe  $D$  ( $\mu\text{m}$ ) und die Abundanzverhältnisse RGZ, RIZ und RIG) untersucht, was die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse ergab. Das Verfahren zur Untersuchung der maximalen äußeren Größe  $D$  und der Abundanzverhältnisse RGZ, RIZ und RIG wurde wie oben beschrieben durchgeführt. In diesem Fall wurden die maximale äußere Größe  $D$  und die Abundanzverhältnisse RGZ, RIZ und RIG durch Änderung von Faktoren wie der Zugabemenge der Flüssigmetalllegierung, die das Additivmaterial war, variiert.

**[0105]** Zum Vergleich wurde die Negativelektrode 40 nach einem ähnlichen Verfahren hergestellt, mit der Ausnahme, dass die Flüssigmetalllegierung, die das Additivmaterial war, nicht verwendet wurde. Zum Vergleich wurde die Negativelektrode 40 des Weiteren durch ein ähnliches Verfahren hergestellt, mit der Ausnahme, dass eine Indiumverbindung (Indiumhydroxid ( $\text{In}(\text{OH})_3$ ) in Pulverform und eine Galliumverbindung (Galliumhydroxid ( $\text{Ga}(\text{OH})_3$ ) in Pulverform als Additivmaterial anstelle der Flüssigmetalllegierung verwendet wurde. Die maximale äußere Größe  $D$  und die Abundanzverhältnisse RGZ, RIZ und RIG wurden auch in diesen Fällen in ähnlicher Weise untersucht, was die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse ergab.

(Zusammenbau einer Alkaline-Batterie)

**[0106]** Zunächst wurde der kreisförmige Separator 50 auf die im Positivelektroden-Behälter 11 enthaltene Positivelektrode 30 gelegt. Danach wurde die Alkaline-Elektrolytlösung (die oben beschriebene wässrige Lösung von Natriumhydroxid) auf den Separator 50 getropft, um den Separator 50 mit der Alkaline-Elektrolytlösung zu imprägnieren. Als Separator 50 wurde eine mehrschichtige Folie verwendet, in der ein Vliesstoff, Cellophan und eine mikroporöse, mit Polyethylen pfpfopolymerisierte Folie in dieser Reihenfolge gestapelt waren.

**[0107]** Danach wurde die Negativelektrode 40 in Gelform auf den Separator 50 gelegt, woraufhin der Negativelektroden-Behälter 12 (SUS304) auf die Negativelektrode 40 platziert wurde. In diesem Fall wurde der Negativelektroden-Behälter 12 innerhalb des Positivelektroden-Behälters 11 platziert, wobei die Dichtung 20 (eine Nylonfolie) dazwischen eingelegt wurde.

**[0108]** Schließlich wurden der Positivelektroden-Behälter 11 und der Negativelektroden-Behälter 12 mit der dazwischen liegenden Dichtung 20 miteinander vercrimpt, um das Batteriegehäuse 10 zu bilden. Auf diese Weise wurde die Alkaline-Batterie fertiggestellt.

[Evaluierung der Batterieeigenschaften]

**[0109]** Die Alkaline-Batterien wurden auf ihre jeweiligen Batterieeigenschaften (eine Schwerlastcharakteristik („heavy load characteristic“) und eine Kapazitätserhaltungseigenschaft („capacity retention characteristic“) untersucht, was die in den Tabellen 1 und 2 dargestellten Ergebnisse ergab. In jeder der Tabellen 1 und 2 gibt die Spalte „Deckschicht/Material auf Galliumbasis“ an, ob die Deckschicht 420 vorhanden war, und die Spalte der „inselförmigen Schicht/Material auf Indiumbasis“ gibt an, ob die inselförmigen Schichten 430 vorhanden waren.

(Schwerlastcharakteristik)

**[0110]** Eine Spannung (eine Kreislaufspannung/Ruhe-spannung (CCV)) der Alkaline-Batterie wurde fünf Sekunden nach Anlegen einer Last von  $2 \text{ k}\Omega$  in einer Tieftemperaturumgebung (bei einer Temperatur von  $-10^\circ\text{C}$ ) gemessen. In diesem Fall wurden fünf Alkaline-Batterien verwendet, und der oben beschriebene Vorgang der Messung der Ruhespannung wurde daher fünfmal wiederholt. Auf diese Weise wurde ein Durchschnittswert der fünf Ruhespannungen berechnet. Es wird bemerkt, dass es sich bei den in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten Werten der Ruhespannungen um normalisierte Werte handelt, die jeweils in Bezug auf den Wert der Ruhespannung des Vergleichsbeispiels 1 ermittelt wurden, bei dem kein Additivmaterial verwendet wurde und der mit 100,0 % angenommen wurde.

(Kapazitätserhaltungscharakteristik)

**[0111]** Zunächst wurde die Alkaline-Batterie, die mit 30 kS2 belastet wurde, bei Umgebungstemperatur (23°C) entladen, bis eine Spannung von 1,4 V erreicht wurde, um die Entladungskapazität zu messen (eine Entladungskapazität vor der Lagerung). In diesem Fall wurden fünf Alkaline-Batterien verwendet und der oben beschriebene Vorgang der Messung der Entladekapazität wurde daher fünfmal wiederholt. Dabei wurde ein Durchschnittswert der fünf Entladekapazitäten berechnet.

**[0112]** Danach wurde die Alkaline-Batterie (für eine Lagerungsdauer von 100 Tagen) in einer Hochtemperaturumgebung (bei einer Temperatur von 60°C) gelagert, woraufhin die Alkaline-Batterie, an die eine Last von 30 kS2 angelegt wurde, entladen wurde, bis die Spannung 1,4 V erreichte, um so eine Entladekapazität (eine Entladekapazität nach der Lagerung) zu messen. In diesem Fall wurden die fünf Alkaline-Batterien verwendet, und der oben beschriebene Vorgang der Messung der Entladekapazität wurde daher fünfmal wiederholt. Auf diese Weise wurde ein Durchschnittswert der fünf Entladekapazitäten berechnet.

**[0113]** Schließlich wurde die Kapazitätserhaltungsrate auf der Grundlage des folgenden Berechnungsausdrucks berechnet:  $\text{Kapazitätserhaltungsrate} = (\text{Entladekapazität nach der Lagerung} / \text{Entladekapazität vor der Lagerung}) \times 100$ . Es wird bemerkt, dass es sich bei den in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten Werten der Kapazitätserhaltungsraten wie bei den oben beschriebenen Werten der Ruhespannungen um normalisierte Werte handelt, die jeweils in Bezug auf den Wert der Kapazitätserhaltungsrate des Vergleichsbeispiels 1 erhalten wurden, der mit 100,0 % angenommen wurde.

[Tabelle 1]

Tabelle 1	Beispiel 1	Additivmaterial	Mittelteil	Deckschicht	inselförmige Schicht	maximale äußere Größe D ( $\mu\text{m}$ )	Abundanzverhältnis RGZ	Abundanzverhältnis RIZ	Abundanzverhältnis RIG	Ruhespannung (normalisiert)	Kapazitäts-erhaltungsrate (normalisiert)
			Material auf Zinkbasis	Material auf Galliumbasis	Material auf Indiumbasis						
Beispiel 1	Flüssige metallisierung (Gain)	Zink-Legierung	Vorliegend	Vorliegend	Vorliegend	0.1	0.2	0.3	1.5	100.1	100.2
Beispiel 2						1	0.7	1.2	1.7	100.4	101.3
Beispiel 3						2	1.0	2.5	2.5	101.1	102.7
Beispiel 4						8	3.0	17.5	5.8	101.4	104.1
Beispiel 5						10	4.5	19.5	4.3	103.7	101.0
Beispiel 6						10	6.5	24.0	3.7	104.0	95.2
Beispiel 7	Flüssige metallisierung (GalSn)	Zink-Legierung	Vorliegend	Vorliegend	Vorliegend	0.1	0.1	0.3	0.3	100.0	100.1
Beispiel 8						1	0.5	1.0	0.5	100.6	100.4
Beispiel 9						2	1.0	2.0	2.0	100.9	102.4
Beispiel 10						8	2.0	17.0	8.5	101.9	105.3
Beispiel 11						10	4.0	19.0	4.8	102.2	100.6
Beispiel 12						10	5.4	21.0	3.9	102.5	90.7
Beispiel 13	Flüssige metallisierung (GalZn)	Zink-Legierung	Vorliegend	Vorliegend	Vorliegend	0.1	0.2	0.3	1.5	100.1	100.1
Beispiel 14						1	0.5	1.0	2.0	100.7	100.5
Beispiel 15						2	1.0	2.0	2.0	101.1	103.5
Beispiel 16						8	3.0	18.0	6.0	103.3	103.4
Beispiel 17						10	5.0	20.0	4.0	103.6	100.3
Beispiel 18						10	5.8	22.0	3.8	103.8	97.0

[Tabelle 2]

	AdditivMaterial	Mittelteil	Deckschicht	inselförmige Schicht		Maximale äußere Größe D (µm)	Abundanz verhältnis RGZ	Abundanz verhältnis RIZ	Abundanz verhältnis RIG	Ruhe- spannung (%)	Kapazitätser- haltungsrate (%)
				Material auf Galliumbasis	Material auf Indiumbasis						
VergleichsBei- spiel 1	-	Zink-Legie- rung	Fehlt	Fehlt	Fehlt	-	-	-	100.0	100.0	
VergleichsBei- spiel 2	IndiumVer- bindung (In (OH) <sub>3</sub> )	Zink-Legie- rung	Fehlt	Vorliegend	Vorliegend	10	-	9.3	98.4	103.6	
VergleichsBei- spiel 3		Zink-Legie- rung	Fehlt	Vorliegend	Vorliegend	10	-	12.2	99.4	103.7	
VergleichsBei- spiel 4	GalliumVer- bindung (Ga(OH) <sub>3</sub> )	Zink-Legie- rung	Vorliegend	Fehlt	Fehlt	-	1.8	-	99.1	100.6	

[Diskussion]

**[0114]** Wie in den Tabellen 1 und 2 angegeben, variierte die Ruhespannung stark in Abhängigkeit vom Zustand der Oberfläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels 400. Die folgenden Vergleiche wurden mit der Ruhespannung des Vergleichsbeispiels 1 durchgeführt, bei dem weder die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) noch die inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) auf der Oberfläche des Mittelteils 410 (das Material auf Zinkbasis) aufgrund des Fehlens des Additivmaterials gebildet wurden.

**[0115]** Insbesondere in einem Fall, in dem die Indiumverbindung als Additivmaterial verwendet wurde (Vergleichsbeispiele 2 und 3), wurden die inselförmigen Schichten 430 auf der Oberfläche des Mittelteils 410 gebildet, aber keine Deckschicht 420 wurde auf der Oberfläche des Mittelteils 410 gebildet. Entsprechend verringerte sich die Ruhespannung.

**[0116]** In einem Fall, in dem die Galliumverbindung als Additivmaterial verwendet wurde (Vergleichsbeispiel 4), wurden, wie in dem oben beschriebenen Fall, in dem die Indiumverbindung verwendet wurde, die inselförmigen Schichten 430 auf der Oberfläche des Mittelteils 410 gebildet, aber keine Deckschicht 420 wurde auf der Oberfläche des Mittelteils 410 gebildet. Entsprechend verringerte sich die Ruhespannung.

**[0117]** Im Gegensatz dazu wurden in einem Fall, in dem die Flüssigmetalllegierung als Additivmaterial verwendet wurde (Beispiele 1 bis 18), sowohl die Deckschicht 420 als auch die inselförmigen Schichten 430 auf der Fläche des Mittelteils 410 gebildet. Entsprechend erhöhte sich die Ruhespannung.

**[0118]** Insbesondere in einem Fall, in dem die Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 jeweils das Mittelteil 410, die Deckschicht 420 und die inselförmigen Schichten 430 aufwiesen, wurden die unten beschriebenen Tendenzen erzielt.

**[0119]** Erstens erhöhte sich die Ruhespannung ausreichend, wenn die maximale äußere Größe  $D$  in einem Bereich von  $1\ \mu\text{m}$  bis  $10\ \mu\text{m}$ , jeweils einschließlich, lag.

**[0120]** Zweitens erhöhte sich die Kapazitätserhaltungsrate, wenn das Abundanzverhältnis  $RGZ$  in einem Bereich von  $0,5$  bis  $5,0$  (beide einschließlich) und das Abundanzverhältnis  $RIZ$  in einem Bereich von  $1,0$  bis  $20,0$  (beide einschließlich) lag. In diesem Fall wurde eine ausreichende Kapazitätserhaltungsrate erreicht, wenn das Abundanzverhältnis  $RIG$  in einem Bereich von  $0,5$  bis  $8,5$ , jeweils einschließlich, lag.

**[0121]** Drittens erhöhte sich die Kapazitätserhaltungsrate des Weiteren, wenn das Abundanzverhältnis  $RGZ$  in einem Bereich von  $1,0$  bis  $3,0$ , jeweils einschließlich, und das Abundanzverhältnis  $RIZ$  in einem Bereich von  $2,0$  bis  $18,0$ , jeweils einschließlich, lag. In diesem Fall wurde eine ausreichende Kapazitätserhaltungsrate erreicht, wenn das Abundanzverhältnis  $RIG$  in einem Bereich von  $2,0$  bis  $8,5$  lag, beides einschließlich.

[Schlussfolgerung]

**[0122]** Wenn das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel 400 der Negativelektrode 40 den Mittelteil 410 (das Material auf Zinkbasis), die Deckschicht 420 (das Material auf Galliumbasis) und die inselförmigen Schichten 430 (das Material auf Indiumbasis) aufweist, erhöht sich die Ruhespannung, basierend auf den in den Tabellen 1 und 2 dargestellten Ergebnissen. Dementsprechend erreichte die Alkaline-Batterie eine überlegende Schwerlastcharakteristik.

**[0123]** Obwohl die Technologie oben unter Bezugnahme auf einige Ausführungsformen und Beispiele beschrieben wurde, ist die Ausgestaltung der Technologie nicht auf diejenigen beschränkt, die unter Bezugnahme auf die obigen Ausführungsformen und Beispiele beschrieben wurden, und ist daher auf vielfältige Weise modifizierbar.

**[0124]** Insbesondere wurde ein Fall beschrieben, in dem die Alkaline-Batterie eine Batteriestruktur vom Münztyp oder vom Knopftyp aufweist. Die Batteriestruktur der Alkaline-Batterie ist jedoch nicht besonders begrenzt und kann von jedem anderen Typ sein, wie z. B. einem zylindrischen oder prismatischen Typ.

**[0125]** Die hier beschriebenen Effekte sind lediglich Beispiele, und die Effekte der Technologie sind daher nicht auf die hier beschriebenen beschränkt. Dementsprechend kann die Technologie auch jede andere Wirkung erzielen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2013168360 [0004]
- JP H06223829 [0004]
- JP H06318456 [0004]
- JP 2012028240 [0004]
- WO 2019/181538 [0004]

**Patentansprüche**

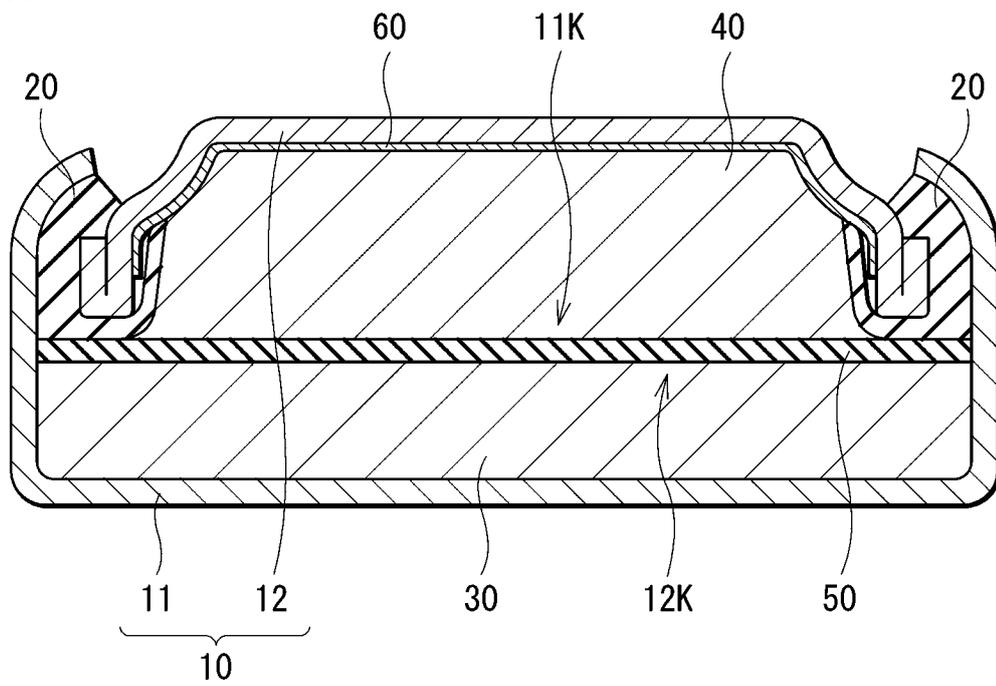
1. Alkaline-Batterie, aufweisend eine Negativelektrode, die ein Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel aufweist, wobei das Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel aufweist:  
ein Mittelteil, das Zink als ein Bestandteil aufweist  
eine Deckschicht, die eine Fläche des Mittelteils abdeckt und Gallium als Bestandteil aufweist, und inselförmige Schichten, die auf einer Oberfläche der Deckschicht vorhanden sind und Indium als ein Bestandteil aufweisen.
2. Alkaline-Batterie nach Anspruch 1, wobei die inselförmigen Schichten eine maximale äußere Größe aufweisen, die größer als oder gleich 1 Mikrometer und kleiner als oder gleich 10 Mikrometer ist.
3. Alkaline-Batterie nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Verhältnis eines Gehalts in Massenprozent des Galliums an einer Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels zu einem Gehalt in Massenprozent des Zinks an der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels größer als oder gleich 0,5 und kleiner als oder gleich 5,0 ist, und ein Verhältnis eines Gehalts in Massenprozent des Indiums an der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels zu dem Gehalt in Massenprozent des Zinks an der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels größer oder gleich 1,0 und kleiner oder gleich 20,0 ist.
4. Alkaline-Batterie nach Anspruch 3, wobei ein Verhältnis des Gehalts in Masseprozent des Indiums an der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels zu dem Gehalt in Masseprozent des Galliums an der Fläche des Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikels größer oder gleich 0,5 und kleiner oder gleich 8,5 ist.
5. Alkaline-Batterie nach Anspruch 3, wobei das Verhältnis des Gehalts des Galliums zum Gehalt an Zink größer als oder gleich 1,0 und kleiner als oder gleich 3,0 ist und das Verhältnis des Gehalts an Indium zum Gehalt an Zink größer als oder gleich 2,0 und kleiner als oder gleich 18,0 ist.
6. Alkaline-Batterie nach Anspruch 5, wobei das Verhältnis des Gehalts an Indium zum Gehalt an Gallium größer oder gleich 2,0 und kleiner oder gleich 8,5 ist.
7. Alkaline-Batterie nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Negativelektrode ferner eine Alkaline-Elektrolytlösung und ein Verdickungsmittel aufweist und in Gelform vorliegt,  
die Alkaline-Elektrolytlösung eine wässrige Lösung aufweist, die ein Alkalimetallhydroxid aufweist, und das Verdickungsmittel eine Polymerverbindung aufweist.
8. Alkaline-Batterie nach Anspruch 7, ferner aufweisend ein Negativelektroden-enthaltendes Element, das die Negativelektrode enthält; und eine Zwischenschicht, die zwischen der Negativelektrode und dem die Negativelektroden-enthaltenden Element angeordnet ist, wobei das Negativelektroden-enthaltende Element ein erstes Metallmaterial an einer der Negativelektrode zugewandten Fläche aufweist, und die Zwischenschicht ein zweites Metallmaterial aufweist, wobei das zweite Metallmaterial eine Wasserstoffüberspannung aufweist, die höher ist als eine Wasserstoffüberspannung des ersten Metallmaterials.
9. Verfahren zum Herstellen einer Alkaline-Batterie, wobei das Verfahren aufweist, das Bilden einer Negativelektrode, die ein Negativelektroden-Aktivmaterial-Partikel aufweist, Mischen eines Partikels, einer Alkaline-Elektrolytlösung, eines Verdickungsmittels und einer flüssigen Metalllegierung miteinander, wobei das Partikel Zink als ein Bestandteil aufweist, wobei die Alkaline-Elektrolytlösung eine wässrige Lösung aufweist, die ein Alkalimetallhydroxid aufweist, das Verdickungsmittel eine Polymerverbindung aufweist, wobei die Flüssigmetalllegierung Gallium und Indium als Bestandteile aufweist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

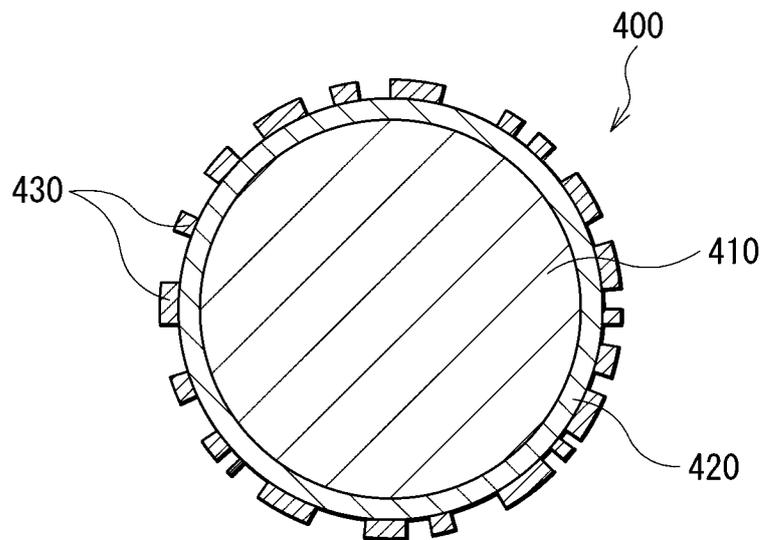
[ FIG. 1 ]

FIG. 1



[ FIG. 2 ]

FIG. 2



[ FIG. 3 ]

FIG. 3

