



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/156868**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 001 021.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2023/050942**  
(86) PCT-Anmeldetag: **03.02.2023**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.08.2023**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **28.11.2024**

(51) Int Cl.: **H01M 10/04** (2006.01)  
**H01M 50/474** (2021.01)  
**H01M 50/48** (2021.01)  
**H01M 50/489** (2021.01)  
**H01M 50/533** (2021.01)

(30) Unionspriorität:  
**2022-023590**      **18.02.2022**    **JP**

(71) Anmelder:  
**SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO.,  
LTD., Atsugi-shi, Kanagawa, JP**

(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,  
80802 München, DE**

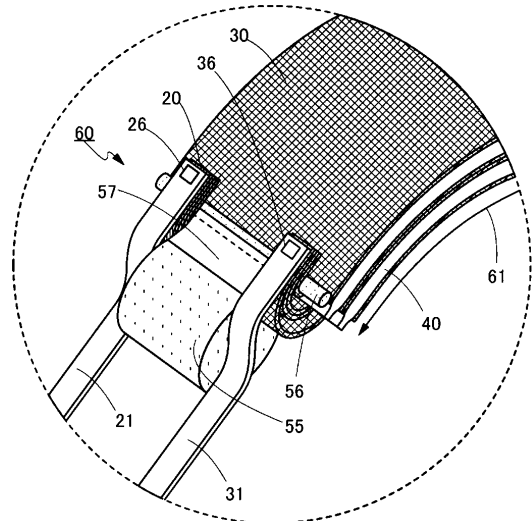
(72) Erfinder:  
**Asada, Yosiharu, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;**  
**Kuriki, Kazutaka, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;**  
**Yoneda, Yumiko, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Ito,  
Harushi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP**

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

(54) Bezeichnung: **Sekundärbatterie**

(57) Zusammenfassung: Eine Sekundärbatterie, bei der eine Verschlechterung einer Elektrode verhindert werden kann, wird bereitgestellt. Eine flexible Sekundärbatterie wird bereitgestellt. Die Sekundärbatterie umfasst eine Positivelektrode, eine Negativelektrode, einen Separator, einen ersten Abstandhalter, einen zweiten Abstandhalter, einen Positivelektrodenanschluss, einen Negativelektrodenanschluss und ein Außenteil; die Positivelektrode umfasst einen ersten Abschnitt, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und einen zweiten Abschnitt, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt; die Negativelektrode umfasst einen dritten Abschnitt, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und einen vierten Abschnitt in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt; der erste Abschnitt, der dritte Abschnitt und der Separator überlappen in einem Schichtanordnungsabschnitt einander; der Positivelektrodenanschluss ist an einer Position, die sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, mit dem zweiten Abschnitt verbunden; der Negativelektrodenanschluss ist an einer Position, die sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, mit dem vierten Abschnitt verbunden; der erste Abstandhalter ist in einem Bereich, der von einem Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts, dem Positivelektrodenanschluss und dem Negativelektrodenanschluss umgeben ist, in Kontakt mit dem Außenteil; und der zweite Abstandhalter umfasst einen Bereich zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt und dem zweiten Abschnitt, einen Bereich zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt und dem vier-

ten Abschnitt sowie einen Bereich, der mit dem ersten Abstandhalter verbunden ist.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft einen Gegenstand, ein Verfahren oder ein Herstellungsverfahren. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung (eine Materialzusammensetzung). Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Beleuchtungsvorrichtung, ein elektronisches Gerät oder ein Herstellungsverfahren davon.

**[0002]** Es sei angemerkt, dass ein elektronisches Gerät in dieser Beschreibung im Allgemeinen ein Gerät mit einer Energiespeichervorrichtung bezeichnet und dass es sich bei einer elektrooptischen Vorrichtung mit einer Energiespeichervorrichtung, einem Informationsendgerät mit einer Energiespeichervorrichtung und dergleichen um ein elektronisches Gerät handelt.

**[0003]** Es sei angemerkt, dass eine Energiespeichervorrichtung in dieser Beschreibung im Allgemeinen ein Element und eine Vorrichtung mit einer Energiespeicherfunktion bezeichnet, und beispielsweise umfassen Energiespeichervorrichtungen eine Energiespeichervorrichtung (auch als Sekundärbatterie bezeichnet), wie z. B. eine Lithiumionen-Sekundärbatterie, einen Lithiumionen-Kondensator und einen elektrischen Doppelschichtkondensator.

### Stand der Technik

**[0004]** In den letzten Jahren sind als Sekundärbatterie verschiedene Energiespeichervorrichtungen, wie z. B. Lithiumionen-Sekundärbatterien, Lithiumionen-Kondensatoren und Luftbatterien, aktiv entwickelt worden. Insbesondere sind Lithiumionen-Sekundärbatterien mit hoher Ausgabe und hoher Energiedichte in tragbaren Informationsendgeräten, wie z. B. einem Mobiltelefon, einem Smartphone, einem Tablet-Computer oder einem Laptop-Computer, tragbaren Musikabspielgeräten, Digitalkameras, medizinischen Geräten, Fahrzeugen mit sauberer Energie (z. B. Hybridfahrzeugen (hybrid vehicle, HV), Elektrofahrzeugen (electric vehicle, EV) und Plug-in-Hybridfahrzeugen (plug-in hybrid vehicle, PHV)), landwirtschaftlichen Maschinen, Motorfahrzeugen einschließlich Fahrräder mit Motorunterstützung, Motorrädern, Elektrorollstühlen, Elektrokarren, Schiffen, U-Booten, Flugzeugen, Raketen, künstlichen Satelliten, Raumsonden, Planetensonden oder Raumschiffen montiert. Auf diese Weise ist mit der Entwicklung der Halbleiterindustrie die Nachfrage nach Lithiumionen-Sekundärbatterien stark gestiegen. Die Lithiumionen-Sekundärbatterien sind als wiederaufladbare Energieversorgungsquellen für die heutige Informationsgesellschaft essenziell.

**[0005]** In den letzten Jahren sind tragbare Vorrichtungen aktiv entwickelt worden. Eine tragbare Vorrichtung weist im Hinblick auf ihre Eigenschaft, am Körper getragen zu werden, vorzugsweise eine gekrümmte Form entlang einer gekrümmten Oberfläche des Körpers auf oder wird vorzugsweise entsprechend der Bewegung des Körpers gekrümmt. Deshalb weist auch eine Sekundärbatterie, die in einer tragbaren Vorrichtung montiert wird, wie ein Display oder ein anderes Gehäuse vorzugsweise eine Flexibilität auf.

**[0006]** Des Weiteren kann auch in einem anderen Gerät als eine tragbare Vorrichtung dann, wenn eine Sekundärbatterie beim Montieren der Sekundärbatterie verformt werden kann, die Nutzungseffizienz des Innenraums des Geräts erhöht werden, daher weist die Sekundärbatterie vorzugsweise eine Flexibilität auf.

**[0007]** Als flexible Sekundärbatterie offenbart beispielsweise Patentdokument 1 eine elektrochemische Vorrichtung (z. B. eine Sekundärbatterie oder einen Kondensator), die mit einem Metalllaminat bedeckt ist und eine Struktur aufweist, bei der Krümmung und Aufrechterhaltung eines gekrümmten Zustandes leicht sind.

[Referenz]

[Patentdokument]

[Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2004-241250

[Patentdokument 2] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2018-6336

## Zusammenfassung der Erfindung

## Durch die Erfindung zu lösendes Problem

**[0008]** Bei einer flexiblen Sekundärbatterie wird ein flexibles Material, wie z. B. ein Laminatfilm, für ein Außenteil verwendet, und ein Positivelektrodenanschluss und ein Negativelektrodenanschluss sind bereitgestellt, um eine Positivelektrode und eine Negativelektrode nach außen des Außenteils zu führen. Hierbei sind der Positivelektrodenanschluss und der Negativelektrodenanschluss zwischen Außenteilen befestigt. Der Positivelektrodenanschluss ist mit einer Positivelektrodenlasche (einem Teil eines Positivelektrodenstromkollektors) verbunden, die bei der Positivelektrode bereitgestellt ist, und der Negativelektrodenanschluss ist mit einer Negativelektrodenlasche (einem Teil eines Negativelektrodenstromkollektors) verbunden, die bei der Negativelektrode bereitgestellt ist. Die Positivelektrodenlasche und die Negativelektrodenlasche weisen jeweils eine Form auf, bei der ein Teil des Stromkollektors der jeweiligen Elektrode vorspringt. Daher wird bei der Positivelektrodenlasche und der Negativelektrodenlasche im Vergleich zu den Hauptabschnitten der jeweiligen Elektroden eine Verschlechterung, wie z. B. ein Riss oder eine Beschädigung, mit höherer Wahrscheinlichkeit verursacht.

**[0009]** Wenn insbesondere ein Positivelektrodenanschluss und ein Negativelektrodenanschluss, wie in Patentdokument 1 offenbart, mit einer Seite eines Endabschnitts in einer Richtung, in die eine Sekundärbatterie gekrümmt wird, verbunden sind, ist es wahrscheinlich, dass die durch die Verformung der Sekundärbatterie bewirkte mechanische Spannung auf einen Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt und einen Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt konzentriert wird. Daher könnte, indem beispielsweise eine Verformung (z. B. Biegen und Dehnen) eines elektronischen Geräts mit der Sekundärbatterie wiederholt wird, ein Riss oder ein Bruch in dem Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt und dem Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt verursacht werden.

**[0010]** Im Hinblick auf ein solches Problem werden, wie in Patentdokument 2 offenbart, eine Sekundärbatterie mit einer Innenstruktur zum Verringern der mechanischen Spannung, die durch die Verformung der Sekundärbatterie auf einen Anschlussverbindungsabschnitt ausgeübt wird, und dergleichen untersucht. Jedoch gibt es Raum für die Verbesserung der Innenstruktur der Sekundärbatterie, des Herstellungsverfahrens der Sekundärbatterie und dergleichen.

**[0011]** Zum Beispiel wird in dem Fall, in dem ein Außenteil mit geringer Steifigkeit verwendet wird, um die Flexibilität der Sekundärbatterie zu erhöhen, der Grad der Verformung des Außenteils bei der Verformung der Sekundärbatterie erhöht, so dass ein Zwischenraum für die Verformung der Innenstruktur der Sekundärbatterie klein wird. Deshalb könnte die durch die Verformung bewirkte mechanische Spannung mit höherer Wahrscheinlichkeit auf den Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt und den Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt konzentriert werden.

**[0012]** In dem Fall, in dem eine flexible Sekundärbatterie in einer Umgebung mit niedrigem Druck, wie z. B. in dem Weltraum, verwendet wird, wird die Sekundärbatterie in einige Fällen unter Verwendung eines Elektrolyten, der eine ionische Flüssigkeit enthält, in einer Umgebung mit niedrigem Druck (auch als Umgebung mit verringertem Druck bezeichnet) hergestellt, um Probleme zu lösen, wie z. B. eine Volumenzunahme der Sekundärbatterie durch einen Unterschied zu dem Druck in der Herstellungsumgebung der Sekundärbatterie. Insbesondere wird in einigen Fällen ein Außenteil der Sekundärbatterie in einer Umgebung mit niedrigem Druck von weniger als oder gleich 1000 Pa abgedichtet. In dem Fall, in dem die auf diese Weise hergestellte Sekundärbatterie in einer Umgebung mit atmosphärischem Druck gekrümmt wird, könnte ein Zwischenraum für die Verformung der Innenstruktur der Sekundärbatterie klein sein. Deshalb wird die durch die Verformung bewirkte mechanische Spannung mit höherer Wahrscheinlichkeit auf den Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt und den Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt konzentriert.

**[0013]** Angesichts dieser Probleme ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine Sekundärbatterie mit einer Struktur bereitzustellen, bei der eine Verschlechterung einer Positivelektrode oder einer Negativelektrode, insbesondere eines Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts oder eines Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts, unterdrückt werden kann.

**[0014]** Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie mit einer Struktur bereitzustellen, bei der eine Verschlechterung der Positivelektrode oder der Negativelektrode, insbesondere des Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts oder des Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts, unterdrückt werden kann.

**[0015]** Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Sekundärbatterie mit einer neuartigen Struktur bereitzustellen. Insbesondere ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine Sekundärbatterie mit einer Flexibilität und einer neuartigen Struktur bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige Energiespeichervorrichtung, ein elektronisches Gerät, in dem eine neuartige Sekundärbatterie montiert ist, oder dergleichen bereitzustellen.

**[0016]** Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Aufgaben dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfüllt nicht notwendigerweise sämtliche der vorstehend aufgeführten Aufgaben. Weitere Aufgaben werden aus den Erläuterungen der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

#### Mittel zur Lösung des Problems

**[0017]** Um die vorstehenden Aufgaben zu lösen, handelt es sich bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung um eine Struktur, bei der eine mechanische Spannung auf einen Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt oder einen Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt bei der Krümmung einer Sekundärbatterie verringert werden kann.

**[0018]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Sekundärbatterie, die umfasst: eine Positivelektrode, eine Negativelektrode, einen Separator, ein Außenteil, das einen ersten Abstandshalter und einen zweiten Abstandshalter umschließt, und einen Positivelektrodenanschluss und einen Negativelektrodenanschluss, die sich von einem von dem Außenteil umschlossenen Innenraum nach außen erstrecken. Die Positivelektrode umfasst einen ersten Abschnitt, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und einen zweiten Abschnitt, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt. Die Negativelektrode umfasst einen dritten Abschnitt, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und einen vierten Abschnitt, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt. Der erste Abschnitt, der dritte Abschnitt und der Separator überlappen in einem Schichtanordnungsabschnitt einander. Der Positivelektrodenanschluss ist an einer Position, die sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, mit dem zweiten Abschnitt verbunden. Der Negativelektrodenanschluss ist an einer Position, die sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, mit dem vierten Abschnitt verbunden. Der erste Abstandshalter ist in einer Draufsicht in einem Bereich, der von einem Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts, dem Positivelektrodenanschluss und dem Negativelektrodenanschluss umgeben ist, in Kontakt mit dem Außenteil. Der zweite Abstandshalter umfasst einen Bereich zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt und dem zweiten Abschnitt, einen Bereich zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt und dem vierten Abschnitt sowie einen Bereich, der mit dem ersten Abstandshalter verbunden ist.

**[0019]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie ist die Höhe des ersten Abstandshalters vorzugsweise größer als oder gleich der Gesamthöhe des Schichtanordnungsabschnitts, des zweiten Abstandshalters, des zweiten Abschnitts und des Positivelektrodenanschlusses.

**[0020]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie ist die Höhe des ersten Abstandshalters vorzugsweise größer als oder gleich der Gesamthöhe des Schichtanordnungsabschnitts, des zweiten Abstandshalters, des vierten Abschnitts und des Negativelektrodenanschlusses.

**[0021]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie wird es bevorzugt, dass der zweite Abschnitt einen gekrümmten Abschnitt zwischen einem Verbindungsabschnitt des Positivelektrodenanschlusses und dem Schichtanordnungsabschnitt umfasst, und dass der gekrümmte Abschnitt einen Bereich in Kontakt mit dem zweiten Abstandshalter umfasst.

**[0022]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie wird es bevorzugt, dass der vierte Abschnitt einen gekrümmten Abschnitt zwischen einem Verbindungsabschnitt des Negativelektrodenanschlusses und dem Schichtanordnungsabschnitt umfasst, und dass der gekrümmte Abschnitt einen Bereich in Kontakt mit dem zweiten Abstandshalter umfasst.

**[0023]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie wird es bevorzugt, dass der erste Abstandshalter und der zweite Abstandshalter eine Flexibilität aufweisen, und dass der erste Abstandshalter eine höhere Elastizität aufweist als der zweite Abstandshalter.

**[0024]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie wird es bevorzugt, dass das Außenteil an einer Innenfläche eines Raums, der von dem Außenteil umschlossen ist, einen Bereich in Kontakt mit einem flexiblen Film umfasst, und dass der Schichtanordnungsabschnitt in einem anderen Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts einen Bereich in Kontakt mit dem flexiblen Film umfasst.

**[0025]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie weist der flexible Film vorzugsweise eine isolierende Eigenschaft auf.

**[0026]** Bei der vorstehend erwähnten Sekundärbatterie wird es bevorzugt, dass der flexible Film Polyimid enthält, und dass ein Bereich enthalten ist, in dem Polyimid und der andere Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts in Kontakt miteinander sind.

**[0027]** Bei der Sekundärbatterie gemäß einem der Vorstehenden umfasst das Außenteil vorzugsweise einen vertieften Abschnitt und einen vorspringenden Abschnitt.

#### Wirkung der Erfindung

**[0028]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Sekundärbatterie mit einer Struktur bereitgestellt werden, bei der eine Verschlechterung einer Positivelektrode oder einer Negativelektrode, insbesondere eines Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts oder eines Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts, unterdrückt werden kann.

**[0029]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie mit einer Struktur bereitgestellt werden, bei der eine Verschlechterung der Positivelektrode oder der Negativelektrode, insbesondere des Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts oder des Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitts, unterdrückt werden kann.

**[0030]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Sekundärbatterie mit einer neuartigen Struktur bereitgestellt werden. Insbesondere kann eine Sekundärbatterie mit einer Flexibilität und einer neuartigen Struktur bereitgestellt werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige Energiespeichervorrichtung, ein elektronisches Gerät, in dem eine neuartige Sekundärbatterie montiert ist, oder dergleichen bereitgestellt werden.

**[0031]** Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Wirkungen dem Vorhandensein weiterer Wirkungen nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise alle Wirkungen aufweisen. Weitere Wirkungen werden aus den Erläuterungen der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**Fig. 1A** und **Fig. 1B** sind perspektivische Ansichten, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 2A** ist eine Draufsicht, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellt, und **Fig. 2B** und **Fig. 2C** sind Querschnittsansichten, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 3A** ist eine Draufsicht, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellt, und **Fig. 3B** bis **Fig. 3D** sind Querschnittsansichten, die Strukturbeispiele einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 4A** ist eine Draufsicht, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellt, und **Fig. 4B** bis **Fig. 4D** sind Querschnittsansichten, die Strukturbeispiele einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 5A** bis **Fig. 5C** sind Querschnittsansichten, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 6A** und **Fig. 6B** sind Querschnittsansichten, die ein Strukturbeispiel einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 7A** bis **Fig. 7C** sind perspektivische Ansichten, die ein Beispiel für die Herstellung einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 8A** bis **Fig. 8C** sind perspektivische Ansichten, die ein Beispiel für die Herstellung einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind perspektivische Ansichten, die ein Beispiel für die Herstellung einer Sekundärbatterie darstellen.

**Fig. 10** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel für die Herstellung einer Sekundärbatterie darstellt.

**Fig. 11** ist eine Darstellung, die ein Verarbeitungsverfahren eines Films darstellt.

**Fig. 12A** bis **Fig. 12E** sind Darstellungen, die Verarbeitungsverfahren eines Films darstellen.

**Fig. 13A** und **Fig. 13B** sind Darstellungen, die Verarbeitungsverfahren eines Films darstellen.

**Fig. 14A** und **Fig. 14B** sind Darstellungen, die ein elektronisches Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

**Fig. 15A** und **Fig. 15B** sind Darstellungen, die ein elektronisches Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

**Fig. 16A** bis **Fig. 16D** sind Darstellungen, die elektronische Geräte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

**Fig. 17A** bis **Fig. 17D** sind Darstellungen, die elektronische Geräte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

**Fig. 18A** bis **Fig. 18C** sind Darstellungen, die elektronische Geräte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

**Fig. 19A** bis **Fig. 19C** sind Darstellungen, die ein elektronisches Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

**Fig. 20A** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel für einen Batteriepack darstellt. **Fig. 20B** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für einen Batteriepack darstellt. **Fig. 20C** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für ein Fahrzeug mit einem Motor darstellt.

**Fig. 21A** bis **Fig. 21E** sind Darstellungen, die Beispiele für ein Transportfahrzeug darstellen.

**Fig. 22A** ist eine Darstellung, die ein elektrisches Fahrrad darstellt, **Fig. 22B** ist eine Darstellung, die eine Sekundärbatterie eines elektrischen Fahrrads darstellt, und **Fig. 22C** ist eine Darstellung, die ein elektrisches Motorrad darstellt.

**Fig. 23A** und **Fig. 23B** sind Darstellungen, die Beispiele für eine Energiespeichervorrichtung darstellen.

**Fig. 24A** bis **Fig. 24D** sind Darstellungen, die Beispiele für eine Einrichtung für den Weltraum darstellen.

#### Ausführungsformen der Erfindung

**[0032]** Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand von Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist und es für den Fachmann leicht ersichtlich ist, dass Modi und Details auf verschiedene Weise geändert werden können. Außerdem sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die folgende Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt ausgelegt werden.

**[0033]** Der Ausdruck „elektrisch verbunden“ umfasst den Fall, in dem Komponenten über ein „Objekt mit einer elektrischen Funktion“ verbunden sind. Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich des „Objekts mit einer elektrischen Funktion“, solange zwischen über das Objekt verbundenen Komponenten elektrische Signale übertragen und empfangen werden können.

**[0034]** Die Position, die Größe, der Bereich und dergleichen von jeder in den Zeichnungen und dergleichen dargestellten Komponente werden in einigen Fällen zum leichten Verständnis nicht genau dargestellt. Die offenbarte Erfindung ist daher nicht notwendigerweise auf die Position, die Größe, den Bereich oder dergleichen beschränkt, welche in den Zeichnungen und dergleichen offenbart werden.

**[0035]** Die Ordnungszahl wie „erster“, „zweiter“ und „dritter“ werden verwendet, um Verwechslung zwischen Komponenten zu vermeiden.

**[0036]** In dieser Beschreibung bezeichnet „parallel“ den Zustand, in dem zwei gerade Linien in einem Winkel von mehr als oder gleich  $-10^\circ$  und weniger als oder gleich  $10^\circ$  angeordnet sind. Folglich ist auch der Fall mit

eingeschlossen, in dem der Winkel mehr als oder gleich  $-5^\circ$  und weniger als oder gleich  $5^\circ$  ist. Zudem bezeichnet „im Wesentlichen parallel“ oder „annähernd parallel“ den Zustand, in dem zwei gerade Linien in einem Winkel von mehr als oder gleich  $-30^\circ$  und weniger als oder gleich  $30^\circ$  angeordnet sind.

**[0037]** In dieser Beschreibung bezeichnet „senkrecht“ den Zustand, in dem sich zwei gerade Linien in einem Winkel von mehr als oder gleich  $80^\circ$  und weniger als oder gleich  $100^\circ$  kreuzen. Folglich ist auch der Fall mit eingeschlossen, in dem der Winkel mehr als oder gleich  $85^\circ$  und weniger als oder gleich  $95^\circ$  ist. Zudem bezeichnet „im Wesentlichen senkrecht“ oder „annähernd senkrecht“ den Zustand, in dem sich zwei gerade Linien in einem Winkel von mehr als oder gleich  $60^\circ$  und weniger als oder gleich  $120^\circ$  kreuzen.

**[0038]** Ein Teilchendurchmesser von Teilchen kann beispielsweise durch eine Laserbeugungs-Teilchengrößenverteilungsmessung gemessen werden und als D50 bezeichnet werden. D50 ist ein Teilchendurchmesser, bei dem das kumulative Volumen einer Teilchengrößenverteilungskurve 50 % in einem Messergebnis der Teilchengrößenverteilung ausmacht, d. h. ein mittlerer Durchmesser. Die Messung des Teilchendurchmessers eines Teilchens ist nicht auf die Laserbeugungs-Teilchengrößenverteilungsmessung beschränkt; wenn der Teilchendurchmesser eines Teilchens kleiner als oder gleich der unteren Messgrenze der Laserbeugungs-Teilchengrößenverteilungsmessung ist, kann der Querschnittsdurchmesser eines Teilchens durch Analyse mit einem SEM (scanning electron microscope, Rasterelektronenmikroskop), einem TEM (Transmissionselektronenmikroskop) oder ähnlichem gemessen werden. Um den Teilchendurchmesser eines Teilchens mit einer nicht kreisförmigen Querschnittsform zu messen, kann der Teilchendurchmesser beispielsweise dadurch berechnet werden, dass eine Fläche des Teilchenquerschnitts durch Bildverarbeitung oder dergleichen gemessen wird und ein Durchmesser des Kreises mit dieser Fläche als betreffender Teilchendurchmesser annimmt.

**[0039]** Es sei angemerkt, dass in den Zeichnungen, die die vorliegende Erfindung darstellen, einige Komponenten (z. B. das Verhältnis zwischen der Dicke und der Größe einer Elektrode und dergleichen) in einigen Fällen zum leichten Verständnis übertrieben dargestellt werden. Außerdem werden in einigen Fällen einige Komponenten nicht dargestellt, um die Komplexität der Zeichnungen zu vermeiden.

(Ausführungsform 1)

**[0040]** Bei dieser Ausführungsform wird ein Strukturbeispiel einer flexiblen Sekundärbatterie (in einigen Fällen als flexible Batterie, biegsame Batterie oder biegbare Batterie bezeichnet) einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben.

[Sekundärbatterie]

**[0041]** **Fig. 1A** bis **Fig. 5C** sind schematische Darstellungen einer Sekundärbatterie 10 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 1A** ist eine perspektivische Ansicht der Sekundärbatterie 10. **Fig. 1B** ist eine perspektivische Ansicht, die die Innenstruktur der Sekundärbatterie 10 in einem gestrichelten Abschnitt in **Fig. 1A** darstellt.

**[0042]** **Fig. 1A** ist eine schematische Darstellung der flexiblen Sekundärbatterie 10, und stellt einen Zustand dar, in dem die Sekundärbatterie 10 in einer Richtung gekrümmt ist. Die Sekundärbatterie 10 umfasst ein Außenteil 50, einen Positivelektrodenanschluss 21 und einen Positivelektrodenanschluss 31, die sich von einem von dem Außenteil 50 umschlossenen Innenraum nach außen erstrecken.

**[0043]** **Fig. 1B** stellt die Innenstruktur der Sekundärbatterie 10 in dem gestrichelten Abschnitt in **Fig. 1A** dar. Die Sekundärbatterie 10 umfasst darin eine Schichtanordnung 60. Die Schichtanordnung 60 umfasst eine Positivelektrode 20, eine Negativelektrode 30, einen Separator 40, den Positivelektrodenanschluss 21, den Negativelektrodenanschluss 31, einen ersten Abstandshalter 55 und einen zweiten Abstandshalter 56.

**[0044]** Wie in **Fig. 1B** dargestellt, umfasst die Schichtanordnung 60 einen Schichtanordnungsabschnitt 61, in dem die Positivelektrode 20, die Negativelektrode 30 und der Separator 40 übereinander angeordnet sind, und ein Teil der Positivelektrode 20, der von dem Schichtanordnungsabschnitt 61 vorspringt, und der Positivelektrodenanschluss 21 sind in einem Verbindungsabschnitt 26 verbunden, der sich an einer sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt 61 überlappenden Position befindet. Ein Teil der Negativelektrode 30, der von dem Schichtanordnungsabschnitt 61 vorspringt, und der Negativelektrodenanschluss 31 sind in einem Verbindungsabschnitt 36 verbunden, der sich an einer sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt 61 überlappenden Position befindet.

**[0045]** Der erste Abstandshalter 55, der in der Schichtanordnung 60 enthalten ist, befindet sich in einem Bereich, der von dem Schichtanordnungsabschnitt 61, dem Positivelektrodenanschluss 21 und dem Negativelektrodenanschluss 31 umgeben ist. Der zweite Abstandshalter 56 umfasst einen ersten Bereich zwischen dem Verbindungsabschnitt 26 und dem Schichtanordnungsabschnitt 61, und einen zweiten Bereich zwischen dem Verbindungsabschnitt 36 und dem Schichtanordnungsabschnitt 61. Der zweite Abstandshalter 56 umfasst an einer Position zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich einen Bereich, in dem der zweite Abstandshalter 56 über einen Verbindungsabschnitt 57 mit dem ersten Abstandshalter 55 verbunden ist.

**[0046]** Fig. 2A ist eine Draufsicht auf die Sekundärbatterie 10, Fig. 2B ist eine Querschnittsansicht, die eine Schnittfläche entlang einer Strichpunktlinie A1-A2 in Fig. 2A darstellt, und Fig. 2C ist eine Querschnittsansicht, die eine Schnittfläche entlang einer Strichpunktlinie B1-B2 in Fig. 2A darstellt.

**[0047]** Die Sekundärbatterie 10 in Fig. 2A umfasst das Außenteil 50 und einen Abdichtungsabschnitt 51 des Außenteils 50. Hierbei wird ein Beispiel dargestellt, in dem eine Seite des Außenteils 50 gefaltet ist und die drei anderen Seiten jeweils den Abdichtungsabschnitt 51 umfassen. Eine derartige Abdichtung wird in einigen Fällen als Drei-Seiten-Abdichtung bezeichnet. Es sei angemerkt, dass eine Vier-Seiten-Abdichtung, bei der vier Seiten des Außenteils abgedichtet werden, verwendet werden kann.

**[0048]** Wie in Fig. 2A dargestellt, befindet sich der erste Abstandshalter 55 in der Draufsicht in einem Bereich, der von dem Schichtanordnungsabschnitt 61, dem Positivelektrodenanschluss 21, dem Negativelektrodenanschluss 31 und dem Abdichtungsabschnitt 51 umgeben ist. Der Bereich wird auch als Bereich bezeichnet, der den ersten Abstandshalter 55 umfasst.

**[0049]** Ein Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts 61 ist in Kontakt mit dem Bereich, der den ersten Abstandshalter 55 umfasst, und der andere Endabschnitt umfasst einen Bereich in Kontakt mit einem flexiblen Film 58.

**[0050]** Fig. 2B ist eine Querschnittsansicht, die die Schnittfläche entlang der Strichpunktlinie A1-A2 in Fig. 2A darstellt. Wie in Fig. 2B dargestellt, umfasst der Abdichtungsabschnitt 51 des Außenteils 50 einen Bereich zum Ermöglichen der Abdichtung, wobei der Negativelektrodenanschluss 31 zwischen den oberen und unteren Abschnitten des Abdichtungsabschnitts 51 liegt. Obwohl nicht dargestellt, umfasst der Abdichtungsabschnitt 51 des Außenteils 50 in ähnlicher Weise wie in Fig. 2B einen Bereich zum Ermöglichen der Abdichtung, wobei der Positivelektrodenanschluss 21 zwischen den oberen und unteren Abschnitten des Abdichtungsabschnitts 51 liegt. Auf diese Weise erstrecken sich der Positivelektrodenanschluss 21 und der Negativelektrodenanschluss 31 von dem Inneren des Außenteils 50 nach außen.

**[0051]** Wie in Fig. 2B dargestellt, sind innerhalb des Außenteils 50 der Negativelektrodenanschluss 31 und die Negativelektrode 30 in dem Verbindungsabschnitt 36 miteinander verbunden. Hierbei umfasst die Negativelektrode 30 keine Aktivmaterialschicht in dem Verbindungsabschnitt 36, und beide Oberflächen des Negativelektrodenstromkollektors liegen frei, so dass eine Vielzahl von Negativelektroden 30 und der Negativelektrodenanschluss 31 verbunden werden können. Die Negativelektrode 30 umfasst eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht in dem Schichtanordnungsabschnitt 61.

**[0052]** Die Negativelektrode 30 wird anhand von Fig. 3A bis Fig. 3C beschrieben. Fig. 3A ist eine Draufsicht auf die Negativelektrode 30, und Fig. 3B und Fig. 3C sind Querschnittsansichten der Negativelektrode 30.

**[0053]** Wie in Fig. 3A dargestellt, umfasst die Negativelektrode 30 einen Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, und einen Abschnitt 35, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist.

**[0054]** Fig. 3B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Strichpunktlinie C1-C2 in Fig. 3A. Die Negativelektrode 30 umfasst in dem Abschnitt 35, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht 33 über einem Negativelektrodenstromkollektor 32. In dem Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, liegen beide Oberflächen des Negativelektrodenstromkollektors 32 frei. Es sei angemerkt, dass Fig. 3C ein Beispiel ist, in dem sich die Negativelektrodenaktivmaterialschicht 33 an einer Position befindet, die sich von derjenigen in Fig. 3B unterscheidet. In der Querschnittsansicht in Fig. 2B kann die in Fig. 3B und Fig. 3C dargestellte Negativelektrode 30 als Negativelektrode 30 verwendet werden. Es sei angemerkt, dass der Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, einen Bereich bezeichnet, in dem die beiden Oberflächen des Negativelektrodenstromkollektors 32 freiliegen, und weder eine Rückseite (eine entgegengesetzte Fläche) noch eine Seitenfläche des Negativelektro-

denstromkollektors 32 in dem Bereich bezeichnet, in dem die Negativelektrodenaktivmaterialschicht 33 enthalten ist. Der Bereich, in dem die beiden Oberflächen des Negativelektrodenstromkollektors 32 freiliegen, wird auch im Falle eines Kontakts mit einem Elektrolyten innerhalb der Sekundärbatterie als Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, bezeichnet.

**[0055]** Die Positivelektrode 20 wird anhand von **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** beschrieben. **Fig. 4A** ist eine Draufsicht auf die Positivelektrode 20, und **Fig. 4B** und **Fig. 4C** sind Querschnittsansichten der Positivelektrode 20.

**[0056]** Wie in **Fig. 4A** dargestellt, umfasst die Positivelektrode 20 einen Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, und einen Abschnitt 25, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist.

**[0057]** **Fig. 4B** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Strichpunktlinie D1-D2 in **Fig. 4A**. Die Positivelektrode 20 umfasst in dem Abschnitt 25, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, eine Positivelektrodenaktivmaterialschicht 23 über einem Positivelektrodenstromkollektor 22.

In dem Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, liegen beide Oberflächen des Positivelektrodenstromkollektors 22 frei. Es sei angemerkt, dass **Fig. 4C** ein Beispiel ist, in dem sich die Positivelektrodenaktivmaterialschicht 23 an einer Position befindet, die sich von derjenigen in **Fig. 4B** unterscheidet. In der Querschnittsansicht in **Fig. 2B** kann die in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** dargestellte Positivelektrode 20 als Positivelektrode 20 verwendet werden. Es sei angemerkt, dass der Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, einen Bereich bezeichnet, in dem die beiden Oberflächen des Positivelektrodenstromkollektors 22 freiliegen, und weder eine Rückseite (eine entgegengesetzte Fläche) noch eine Seitenfläche des Positivelektrodenstromkollektors 22 in dem Bereich bezeichnet, in dem die Positivelektrodenaktivmaterialschicht 23 enthalten ist. Der Bereich, in dem die beiden Oberflächen des Positivelektrodenstromkollektors 22 freiliegen, wird auch im Falle eines Kontakts mit einem Elektrolyten innerhalb der Sekundärbatterie als Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, bezeichnet.

**[0058]** Wie in **Fig. 2B** dargestellt, werden die Positivelektrode 20, die Negativelektrode 30 und der Separator 40 in dem Schichtanordnungsabschnitt 61 übereinander angeordnet. Dabei werden die Positivelektrodenaktivmaterialschicht 23, die in der Positivelektrode 20 enthalten ist, und die Negativelektrodenaktivmaterialschicht 33, die in der Negativelektrode 30 enthalten ist, derart übereinander angeordnet, dass sie einander zugewandt sind, wobei der Separator 40 dazwischen liegt. Die Querschnittsansicht in **Fig. 2B** stellt ein Beispiel dar, in dem die Positivelektrode 20 und die Negativelektrode 30 jeweils eine einseitig beschichtete Elektrode sind, die die Aktivmaterialschicht auf einer Seite des Stromkollektors umfasst.

**[0059]** Es sei angemerkt, dass der Schichtanordnungsabschnitt 61 einen Abschnitt bezeichnet, in dem der Abschnitt 25, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, der Abschnitt 35, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und der Separator übereinander angeordnet sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Abschnitt 25, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, der Abschnitt 35, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und der Separator in dem Schichtanordnungsabschnitt einander überlappen. Der Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, und der Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, werden in einigen Fällen als vorspringender Abschnitt des Schichtanordnungsabschnitts 61 bezeichnet.

**[0060]** Da der erste Abstandshalter 55 in dem Querschnitt in **Fig. 2B** nicht vorhanden ist, wird die Position des ersten Abstandshalters 55 durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Wie in **Fig. 2B** dargestellt, umfasst der erste Abstandshalter 55 einen Bereich in Kontakt mit dem Außenteil 50. Mit anderen Worten: Der erste Abstandshalter 55 ist in Kontakt mit dem Außenteil 50 an einer Position, die von dem Schichtanordnungsabschnitt 61, dem Positivelektrodenanschluss 21, dem Negativelektrodenanschluss 31 und dem Abdichtungsabschnitt 51 umgeben ist.

**[0061]** Wie in **Fig. 2B** dargestellt, wird der zweite Abstandshalter 56 zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt 61 und dem Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, bereitgestellt.

**[0062]** Wie nachstehend ausführlich beschrieben, kann, indem der erste Abstandshalter 55 und der zweite Abstandshalter 56, die in **Fig. 2B** und dergleichen dargestellt werden, enthalten sind, eine Struktur erhalten werden, bei der bei der Krümmung der Sekundärbatterie 10 eine mechanische Spannung auf den Verbindungsabschnitt 26, der den Positivelektrodenanschluss verbindet, und/oder den Verbindungsabschnitt 36, der den Negativelektrodenanschluss verbindet, verringert werden kann.

**[0063]** Fig. 2C ist eine Querschnittsansicht, die die Schnittfläche entlang der Strichpunktlinie B1-B2 in Fig. 2A darstellt. Ein Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts 61 ist in Kontakt mit einem Bereich, der den ersten Abstandshalter 55 umfasst (Fig. 2B), und der andere Endabschnitt umfasst einen Bereich in Kontakt mit dem flexiblen Film 58 (Fig. 2C).

**[0064]** Obwohl die Sekundärbatterie 10 nicht notwendigerweise an der vorstehenden Position den flexiblen Film 58 umfasst, ist vorzugsweise der flexible Film 58 enthalten, da die Gleitfähigkeit zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt 61 und dem Außenteil 50 erhöht werden kann, indem der flexible Film 58 an der Position enthalten ist.

**[0065]** Fig. 5A bis Fig. 5C sind Querschnittsansichten, die das Innere der Sekundärbatterie 10 darstellen, Fig. 5A ist eine Querschnittsansicht, die die Schnittfläche der Schichtanordnung 60 entlang einer Strichpunktlinie X1-X2 in Fig. 2A darstellt, Fig. 5B ist eine Querschnittsansicht, die die Schnittfläche der Schichtanordnung 60 entlang einer Strichpunktlinie Y1-Y2 in Fig. 2A darstellt, und Fig. 5C ist eine Querschnittsansicht, die die Schnittfläche der Schichtanordnung 60 entlang einer Strichpunktlinie Z1-Z2 in Fig. 2A darstellt.

**[0066]** Wie in Fig. 5A bis Fig. 5C dargestellt, umfasst die Schichtanordnung 60 den Schichtanordnungsabschnitt 61, in dem die Positivelektrode 20, die Negativelektrode 30 und der Separator 40 übereinander angeordnet sind. Wie in Fig. 3A und Fig. 4A dargestellt, umfasst die Negativelektrode 30 den Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, und den Abschnitt 35, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und die Positivelektrode 20 umfasst den Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, und den Abschnitt 25, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist. In dem Schichtanordnungsabschnitt 61 umfassen der Abschnitt 25, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, der Abschnitt 35, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und der Separator einen Bereich, in dem sie einander überlappen.

**[0067]** Wie in Fig. 5A dargestellt, ist die Negativelektrode 30 in dem Verbindungsabschnitt 36 mit dem Negativelektrodenanschluss 31 verbunden. Der Verbindungsabschnitt 36 wird in dem in Fig. 3A dargestellten Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, bereitgestellt. Der Abschnitt 34, in dem der Negativelektrodenstromkollektor 34 freiliegt, umfasst einen gekrümmten Abschnitt zwischen dem Verbindungsabschnitt 36 und dem Schichtanordnungsabschnitt 61, und der Verbindungsabschnitt 36 überlappt sich in einer Querschnittsansicht mit dem Schichtanordnungsabschnitt 61. Der zweite Abstandshalter 56 umfasst vorzugsweise einen Bereich zwischen dem Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 und ist vorzugsweise in Kontakt mit einem Teil des gekrümmten Abschnitts des Abschnitts 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, wie in Fig. 5A dargestellt.

**[0068]** Wie in Fig. 5B dargestellt, umfasst der zweite Abstandshalter 56 einen Bereich, der nicht zwischen dem Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 angeordnet ist, einen Bereich, der nicht zwischen dem Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 angeordnet ist, und einen Bereich, der über den Verbindungsabschnitt 57 mit dem ersten Abstandshalter 55 verbunden ist.

**[0069]** Wie in Fig. 5C dargestellt, ist die Positivelektrode 20 in dem Verbindungsabschnitt 26 mit dem Positivelektrodenanschluss 21 verbunden. Der Verbindungsabschnitt 26 wird in dem Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, in Fig. 4A bereitgestellt. Der Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, umfasst einen gekrümmten Abschnitt zwischen dem Verbindungsabschnitt 26 und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 und der Verbindungsabschnitt 26 überlappt sich in einer Querschnittsansicht mit dem Schichtanordnungsabschnitt 61. Der zweite Abstandshalter 56 umfasst vorzugsweise einen Bereich zwischen dem Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 und ist vorzugsweise in Kontakt mit einem Teil des gekrümmten Abschnitts des Abschnitts 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, wie in Fig. 5C dargestellt.

**[0070]** Auf diese Weise umfasst der zweite Abstandshalter 56 einen Bereich zwischen dem Abschnitt 34, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, und dem Schichtanordnungsabschnitt 61, einen Bereich zwischen dem Abschnitt 24, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 sowie einen Bereich, der über den Verbindungsabschnitt 57 mit dem ersten Abstandshalter 55 verbunden ist. Der Schichtanordnungsabschnitt 61 ist über den zweiten Abstandshalter 56 und den Verbindungsabschnitt 57 mit dem ersten Abstandshalter 55 verbunden. Der erste Abstandshalter 55 umfasst, wie anhand von Fig. 2B und dergleichen beschrieben, einen Bereich in Kontakt mit dem Außenteil 50; daher

ist der Schichtanordnungsabschnitt 61 über den zweiten Abstandshalter 56, den Verbindungsabschnitt 57 und den ersten Abstandshalter 55 mit dem Außenteil 50 verbunden.

**[0071]** Mit einer derartigen Innenstruktur kann bei der Sekundärbatterie 10 ein Abschnitt, an dem das Außenteil 50 und der Schichtanordnungsabschnitt 61 befestigt werden, außerhalb in dem Positivelektrodenanschluss 21 und dem Negativelektrodenanschluss 31 bereitgestellt werden, und es kann eine Verschlechterung des Positivelektrodenanschlusses 21, des Negativelektrodenanschlusses 31, des Verbindungsabschnitts 26, des Verbindungsabschnitts 36 und deren Umgebung bei der Krümmung der Sekundärbatterie 10 verhindert werden.

**[0072]** Es sei angemerkt, dass die Höhe des ersten Abstandshalters 55 vorzugsweise größer als oder gleich der Gesamthöhe des Schichtanordnungsabschnitts 61, des zweiten Abstandshalters 56, des Verbindungsabschnitts 26 oder des Verbindungsabschnitts 36 und des Positivelektrodenanschlusses 21 oder des Negativelektrodenanschlusses 31 ist. Die Höhe des ersten Abstandshalters 55 ist bevorzugt das 2,0-Fache oder weniger, bevorzugt das 1,5-Fache oder weniger, bevorzugt das 1,3-Fache oder weniger, bevorzugt das 1,2-Fache oder weniger, bevorzugt das 1,1-Fache oder weniger der Gesamthöhe des Schichtanordnungsabschnitts 61, des zweiten Abstandshalters 56, des Verbindungsabschnitts 26 oder des Verbindungsabschnitts 36 und des Positivelektrodenanschlusses 21 oder des Negativelektrodenanschlusses 31.

**[0073]** Für den ersten Abstandshalter 55 und den zweiten Abstandshalter 56 kann beispielsweise ein isolierendes Material, wie z. B. ein Harz (z. B. ein Polyolefinharz, ein Polyimidharz, ein Polyamidharz, ein Acrylharz, ein Siloxanharz, ein Epoxidharz oder ein Phenolharz), Glas, eine amorphe Verbindung oder Keramik, verwendet werden. Insbesondere wird vorzugsweise ein Polyolefinharz, das eine isolierende Eigenschaft und eine geeignete Elastizität aufweist, verwendet. Es sei angemerkt, dass hinsichtlich der Elastizität des ersten Abstandshalters 55 und des zweiten Abstandshalters 56 der erste Abstandshalter 55 vorzugsweise eine höhere Elastizität aufweist als der zweite Abstandshalter 56.

**[0074]** Das heißt, dass der zweite Abstandshalter 56 vorzugsweise leichter verformt wird als der erste Abstandshalter 55. Das liegt daran, dass, da der zweite Abstandshalter 56 an einer Position in Kontakt mit der Positivelektrodenlasche und der Negativelektrodenlasche bereitgestellt wird, eine Verschlechterung, wie z. B. ein Riss, mit höherer Wahrscheinlichkeit in der Positivelektrodenlasche und der Negativelektrodenlasche verursacht werden könnte, wenn der zweite Abstandshalter 56 eine hohe Elastizität aufweist.

**[0075]** Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung die Elastizität eine Eigenschaft bezeichnet, die einen Gegenstand, dessen Form oder Volumen durch eine äußere Kraft verändert worden ist, wieder in einen ursprünglichen Zustand zurückkehren lässt, wenn die Kraft weggenommen wird. Eine hohe Elastizität bedeutet, dass eine äußere Kraft, die zur Verformung eines Gegenstandes benötigt wird, hoch ist.

**[0076]** Obwohl ein Beispiel dargestellt wird, in dem der erste Abstandshalter und der zweite Abstandshalter jeweils eine zylindrische Form aufweisen, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Form beschränkt. Der erste Abstandshalter und der zweite Abstandshalter können jeweils eine hohle röhrenförmige Form, eine quaderförmige Form, eine sphärische Form, eine polyedrische Form mit 7 oder mehr Flächen, oder eine Form einer Kombination dieser Formen aufweisen.

**[0077]** Es wird eine Innenstruktur bei der Krümmung der Sekundärbatterie 10 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 6A** und **Fig. 6B** beschrieben. **Fig. 6A** ist eine Darstellung, bei der die durch eine gestrichelte Linie dargestellte Position des ersten Abstandshalters 55 zu der Querschnittsansicht hinzugefügt wird, die die Schnittfläche der Schichtanordnung 60 entlang der Strichpunktlinie X1-X2 in **Fig. 5A** darstellt. **Fig. 6B** ist eine Darstellung, die einen Zustand darstellt, in dem sich bei der Krümmung der Sekundärbatterie 10 die Struktur in **Fig. 6A** ändert.

**[0078]** Da **Fig. 6A** gleich wie **Fig. 5A** ist, wird ihre Beschreibung weggelassen. **Fig. 6B** stellt den Fall dar, in dem die Sekundärbatterie 10 in einer Richtung, die durch einen durchgezogenen Pfeil dargestellt wird, gekrümmt ist. Dabei kann sich, wie in der Zeichnung dargestellt, die Negativelektrode 30 in eine Richtung, die durch einen gestrichelten Pfeil dargestellt wird, bewegen (auch als verformbar bezeichnet). Eine derartige Bewegung kann durchgeführt werden, indem der erste Abstandshalter 55 einen Bereich in Kontakt mit dem Außenteil 50 umfasst und daher ein Raum für die Bewegung der Negativelektrode 30 wie in **Fig. 5A** innerhalb des Außenteils 50 gehalten wird. Der zweite Abstandshalter 56 dient in einigen Fällen als Drehpunkt der Verformung der Negativelektrode 30, und die Verformung der in **Fig. 5A** dargestellten Negativelektrode 30 kann in einigen Fällen stabil durchgeführt werden.

**[0079]** Es sei angemerkt, dass auch bei der in **Fig. 5C** dargestellten Positivelektrode 20 entlang der Strichpunktlinie Z1-Z2 in dem Fall, in dem die Sekundärbatterie 10 gekrümmt wird, die Positivelektrode 20 in ähnlicher Weise wie in der Beschreibung der Verformung der Negativelektrode 30 in **Fig. 6A** und **Fig. 6B** verformt werden kann.

[Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie]

**[0080]** Ein Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie wird anhand von **Fig. 7A** bis **Fig. 10** beschrieben.

**[0081]** Zuerst wird eine Vielzahl von Positivelektroden 20, Negativelektroden 30 und Separatoren 40 vorbereitet und übereinander angeordnet. **Fig. 7A** ist eine schematische perspektivische Ansicht, die eine mehrschichtige Struktur darstellt.

**[0082]** **Fig. 7A** stellt ein Beispiel dar, in dem vier Positivelektroden 20 und vier Negativelektroden 30 verwendet werden und zwei Separatoren 40 verwendet werden. Die Positivelektroden 20 und die Negativelektroden 30 sind jeweils eine einseitig beschichtete Elektrode, die anhand von **Fig. 3B**, **Fig. 3C**, **Fig. 4B** und **Fig. 4C** beschrieben worden ist, und die Positivelektroden 20 überlappen derart einander, dass die Positivelektrodenstromkollektoren 22 in Kontakt miteinander sind, und sie sind zwischen den gefalteten Separatoren 40 angeordnet. In dem Fall, in dem die zwei Negativelektroden 30 in Kontakt miteinander sind, überlappen die zwei Negativelektroden 30 in ähnlicher Weise derart einander, dass die Negativelektrodenstromkollektoren 32 in Kontakt miteinander sind. **Fig. 7B** stellt einen Zustand dar, in dem die Positivelektroden 20, die Negativelektroden 30 und die Separatoren 40 übereinander angeordnet sind. Es sei angemerkt, dass die Separatoren 40 in **Fig. 7B** und **Fig. 7C** der Verdeutlichung halber nicht dargestellt werden.

**[0083]** Hierbei wird es bevorzugt, dass der Separator 40, nachdem er gefaltet worden ist, durch Verbinden der Umgebung zu einer taschenförmigen Form verarbeitet wird. Die Verwendung eines derartigen Separators 40 kann verhindern, dass die Positivelektrode und die Negativelektrode elektrisch kurzgeschlossen werden, auch wenn ein Ausrichtungsfehler zwischen einem Paar von Positivelektrodenstromkollektoren 22 auftritt.

**[0084]** Es sei angemerkt, dass, anstatt die zwei Negativelektroden 30 derart übereinander anzuordnen, dass die Negativelektrodenstromkollektoren 32 miteinander in Kontakt sind, eine in **Fig. 3D** dargestellte beidseitig beschichtete Elektrode verwendet werden kann, und dass, anstatt die zwei Positivelektroden 20 derart übereinander anzuordnen, dass die Positivelektrodenstromkollektoren 22 miteinander in Kontakt sind, eine in **Fig. 4D** dargestellte beidseitig beschichtete Elektrode verwendet werden kann. In dem Fall, in dem einseitig beschichtete Elektroden wie in dem Beispiel in **Fig. 7A** verwendet werden, gleiten Stromkollektoren der gleichen Elektroden, wodurch eine mechanische Spannung auf die Stromkollektoren an sich bei dem Biegen der Batterie abgebildet werden kann, was vorzuziehen ist.

**[0085]** Als Nächstes werden, wie in **Fig. 7C** dargestellt, die Negativelektrode 30 und der Negativelektrodenanschluss 31 verbunden, und die Positivelektrode 20 und der Positivelektrodenanschluss 21 verbunden. Der Negativelektrodenanschluss 31 ist mit der Negativelektrode 30 in dem Verbindungsabschnitt 36 verbunden, und der Positivelektrodenanschluss 21 ist mit der Positivelektrode 20 in dem Verbindungsabschnitt 26 verbunden. Zum Verbinden kann beispielsweise ein Ultraschallschweißen oder dergleichen verwendet werden.

**[0086]** Als Nächstes werden, wie in **Fig. 8A** dargestellt, die Positivelektrode 20 und die Negativelektrode 30 derart gekrümmt, dass sich der Verbindungsabschnitt 26 und der Verbindungsabschnitt 36 mit einer Oberfläche des Schichtanordnungsabschnitts 61 überlappen. Dabei wird der zweite Abstandshalter 56 derart bereitgestellt, dass er zwischen dem Verbindungsabschnitt 26 oder dem Verbindungsabschnitt 36 und dem Schichtanordnungsabschnitt 61 angeordnet ist. Außerdem wird, wie in **Fig. 8A** dargestellt, ein Isolierfilm 45 vorzugsweise an dem Negativelektrodenstromkollektor an einer Position bereitgestellt, an der die Negativelektrode 30 in Kontakt mit dem zweiten Abstandshalter 56 ist und die sich mit dem Verbindungsabschnitt 26 und dem Verbindungsabschnitt 36 überlappt. Indem der Isolierfilm 45 bereitgestellt wird, kann ein unerwarteter Kurzschluss zwischen der Positivelektrode 20 und der Negativelektrode 30 verhindert werden. Zur Befestigung des Isolierfilms 45 kann ein Klebstoff oder ein Isolierfilm mit einer Klebeschicht verwendet werden.

**[0087]** Als Isolierfilm 45 kann beispielsweise ein filmförmiges Harz verwendet werden. Als Harz kann beispielsweise ein Polyimidharz, ein Polyamidharz, ein Acrylharz, ein Siloxanharz, ein Epoxidharz oder ein Phenolharz verwendet werden. Eine Klebeschicht, die ein Silikonharz oder dergleichen enthält, kann enthalten sein. In dem Fall, in dem der Isolierfilm 45 eine Klebeschicht umfasst, kann der Herstellungsprozess in

**Fig. 8A** leicht durchgeführt werden und die Arbeitseffizienz wird in einem nachfolgenden Prozess erhöht, was vorzuziehen ist.

**[0088]** Es sei angemerkt, dass **Fig. 8B** eine schematische perspektivische Ansicht in dem Fall ist, in dem die Schichtanordnung 60 in **Fig. 8A** aus einem anderen Winkel betrachtet wird.

**[0089]** Der erste Abstandshalter 55 ist, wie in **Fig. 8C** dargestellt, über den Verbindungsabschnitt 57 mit dem zweiten Abstandshalter 56 verbunden. Der erste Abstandshalter 55 und der zweite Abstandshalter 56 können nach dem Prozess in **Fig. 8A** verbunden werden, im Hinblick auf die Arbeitseffizienz werden sie jedoch vorzugsweise im Voraus verbunden.

**[0090]** Als Nächstes wird, wie in **Fig. 9A** dargestellt, das Außenteil 50 vorbereitet. Die gestrichelte Linie in der Zeichnung stellt eine Faltlinie im Falle der Struktur der Drei-Seiten-Abdichtung dar. Es sei angemerkt, dass der Film, der für das Außenteil 50 verwendet werden kann, nachstehend ausführlich beschrieben wird.

**[0091]** Anschließend werden, wie in **Fig. 9B** dargestellt, der flexible Film 58 und ein flexibler Film 59 an dem Außenteil 50 angebracht. Der flexible Film 58 wird vorzugsweise derart angebracht, dass er die vorstehende Faltlinie umfasst, so dass er sich an der in **Fig. 2C** dargestellten Position befindet. Zum Anbringen kann ein Klebstoff oder ein flexibler Film mit einer Klebeschicht verwendet werden. Der flexible Film 59 wird vorzugsweise derart angebracht, dass er sich an der sich mit dem Verbindungsabschnitt 26 und dem Verbindungsabschnitt 36 überlappenden Position befindet. Es sei angemerkt, dass auch eine Struktur, bei der der flexible Film 58 und der flexible Film 59 nicht angebracht werden, zum Einsatz kommen kann oder eine Struktur, bei der der flexible Film 58 angebracht wird und der flexible Film 59 nicht angebracht wird, zum Einsatz kommen kann.

**[0092]** Für den flexiblen Film 58 und den flexiblen Film 59 kann beispielsweise ein filmförmiges Harz verwendet werden. Als Harz kann beispielsweise ein Polyimidharz, ein Polyamidharz, ein Acrylharz, ein Siloxanharz, ein Epoxidharz oder ein Phenolharz verwendet werden. Eine Klebeschicht, die ein Silikonharz oder dergleichen enthält, kann enthalten sein. In dem Fall, in dem der flexible Film 58 und der flexible Film 59 eine Klebeschicht umfassen, kann der Herstellungsprozess in **Fig. 9B** leicht durchgeführt werden, und die Arbeitseffizienz wird in einem nachfolgenden Schritt erhöht, was vorzuziehen ist.

**[0093]** Als Nächstes wird, wie in **Fig. 10** dargestellt, das Außenteil 50 zusammengeklappt, die Schichtanordnung 60 wird dazwischen untergebracht, und das Außenteil wird derart abgedichtet, dass ein Abschnitt, über den ein Elektrolyt injiziert wird, geöffnet verbleibt.

**[0094]** Als Nächstes wird in einer Argongasatmosphäre der Elektrolyt durch eine Seite, die geöffnet verbleibt, injiziert, und die Peripherie des Außenteils 50 wird in einer Umgebung mit verringertem Druck abgedichtet. Die Umgebung mit verringertem Druck ist bevorzugt niedriger als oder gleich 50000 Pa, bevorzugter niedriger als oder gleich 40000 Pa, niedriger als oder gleich 30000 Pa, niedriger als oder gleich 20000 Pa, niedriger als oder gleich 10000 Pa, niedriger als oder gleich 5000 Pa oder niedriger als oder gleich 1000 Pa.

**[0095]** Es sei angemerkt, dass nach der Einleitung des Elektrolyten eine Eintauchbehandlung durchgeführt werden kann, so dass der Elektrolyt in Poren, die in der Elektrode und dem Separator enthalten sind, leicht eingezogen wird. Als Eintauchbehandlung wird vorzugsweise eine Unterdruckbehandlung (auch als Vakuum-evakuierungsbehandlung bezeichnet) durchgeführt, und eine Unterdruckbehandlung kann mehrmals durchgeführt werden. In dem Fall, in dem ein Elektrolyt, der eine ionische Flüssigkeit enthält, als Elektrolyt verwendet wird, kann der Umgebungsdruck (ein Druckwert aufgrund eines Differenzdruckmessers) bei der Unterdruckbehandlung auf niedriger als oder gleich -60 kPa eingestellt werden.

**[0096]** Der Umgebungsdruck bei der Unterdruckbehandlung ist vorzugsweise niedriger als oder gleich -80 kPa oder niedriger als oder gleich -100 kPa. Die Abdichtung des Außenteils kann nach der vorstehenden Unterdruckbehandlung unter dem gleichen Umgebungsdruck durchgeführt werden. Alternativ kann die Abdichtung unter einem anderen Umgebungsdruck als demjenigen bei der vorstehenden Unterdruckbehandlung durchgeführt werden; zum Beispiel kann die Unterdruckbehandlung bei einem Umgebungsdruck von -100 kPa durchgeführt werden, und die Abdichtung des Außenteils kann bei einem Umgebungsdruck von -80 kPa durchgeführt werden.

**[0097]** Auf diese Weise kann die in **Fig. 1A** und dergleichen dargestellte Sekundärbatterie 10 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt werden.

## [Negativelektrode]

**[0098]** Die Negativelektrode umfasst eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht und einen Negativelektrodenstromkollektor. Die Negativelektrodenaktivmaterialschicht enthält ein Negativelektrodenaktivmaterial und kann auch ein leitfähiges Material und ein Bindemittel enthalten.

**[0099]** Als Stromkollektor kann beispielsweise eine Metallfolie verwendet werden. Die Negativelektrode kann ausgebildet werden, indem ein Schlamm auf eine Metallfolie aufgetragen und getrocknet wird. Es sei angemerkt, dass ein Pressen nach dem Trocknen durchgeführt werden kann. Die Negativelektrode wird durch Ausbilden einer Aktivmaterialschicht über dem Stromkollektor erhalten.

**[0100]** Ein Schlamm meint eine zum Ausbilden der Aktivmaterialschicht über dem Stromkollektor verwendete Materialflüssigkeit und enthält ein Aktivmaterial, ein Bindemittel und ein Lösungsmittel sowie vorzugsweise auch ein damit gemischtes leitfähiges Material. Es sei angemerkt, dass der Schlamm auch als Schlamm für eine Elektrode oder Aktivmaterialschlamm bezeichnet werden kann; in dem Fall, in dem eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht ausgebildet wird, wird der Schlamm als Schlamm für eine Negativelektrode bezeichnet.

## &lt;Negativelektrodenaktivmaterial&gt;

**[0101]** Als Negativelektrodenaktivmaterial kann beispielsweise ein Kohlenstoffmaterial oder ein auf einer Legierung basierendes Material verwendet werden.

**[0102]** Als Kohlenstoffmaterial kann beispielsweise Graphit (natürlicher Graphit und künstlicher Graphit), graphitierbarer Kohlenstoff (weicher Kohlenstoff), nichtgraphitierbarer Kohlenstoff (harter Kohlenstoff), eine Kohlenstofffaser (eine Kohlenstoffnanoröhre), Graphen, Kohlen schwarz oder dergleichen verwendet werden.

**[0103]** Beispiele für Graphit umfassen künstlichen Graphit und natürlichen Graphit. Beispiele für künstlichen Graphit umfassen meso-Kohlenstoff-Mikrokügelchen (mesocarbon microbeads, MCMB), auf Koks basierenden künstlichen Graphit und auf Pech basierenden künstlichen Graphit. Als künstlicher Graphit kann hierbei sphärischer Graphit mit einer sphärischen Form verwendet werden. Beispielsweise werden MCMB bevorzugt, da sie in einigen Fällen eine sphärische Form aufweisen. Außerdem werden MCMB in einigen Fällen bevorzugt, da sie relativ leicht eine kleine Flächenausdehnung aufweisen können. Beispiele für natürlichen Graphit umfassen Lamellengraphit und sphärischen natürlichen Graphit.

**[0104]** Graphit weist ein niedriges Potential auf, das im Wesentlichen gleich demjenigen eines Lithiummetalls ist (höher als oder gleich 0,05 V und niedriger als oder gleich 0,3 V gegen Li/Li<sup>+</sup>), wenn Lithiumionen in den Graphit eingeführt werden (während eine Lithium-Graphit-Einlagerungsverbindung erzeugt wird). Somit kann eine Lithiumionen-Batterie unter Verwendung von Graphit eine hohe Betriebsspannung aufweisen. Des Weiteren wird Graphit aufgrund seiner Vorteile, wie z. B. einer relativ hohen Kapazität pro Volumeneinheit, einer relativ geringen Volumenausdehnung, niedriger Kosten und eines höheren Sicherheitsniveaus als dasjenige eines Lithiummetalls, bevorzugt.

**[0105]** Der nicht-graphitierbare Kohlenstoff wird beispielsweise durch Backen eines synthetischen Harzes, wie z. B. eines Phenolharzes, oder einer organischen Substanz pflanzlicher Herkunft erhalten. Bei einem nicht-graphitierbaren Kohlenstoff, der in dem Negativelektrodenaktivmaterial der Lithiumionen-Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist, ist ein Ebenenabstand einer (002)-Ebene, der durch Röntgenbeugung (X-ray diffraction, XRD) gemessen wird, bevorzugt größer als oder gleich 0,34 nm und kleiner als oder gleich 0,50 nm, bevorzugt größer als oder gleich 0,35 nm und kleiner als oder gleich 0,42 nm.

**[0106]** Als Negativelektrodenaktivmaterial kann ein Element verwendet werden, das Lade- und Entladereaktionen durch Legierungs- und Entlegierungsreaktionen mit Lithium ermöglicht. Beispielsweise kann ein Material verwendet werden, das mindestens eines von Silizium, Zinn, Gallium, Aluminium, Germanium, Blei, Antimon, Bismut, Silber, Zink, Cadmium, Indium und dergleichen enthält. Derartige Elemente weisen eine höhere Kapazität auf als Kohlenstoff und insbesondere weist Silizium eine hohe theoretische Kapazität von 4200 mAh/g auf. Aus diesem Grund wird Silizium vorzugsweise als Negativelektrodenaktivmaterial verwendet. Alternativ kann eine eines dieser Elemente enthaltende Verbindung verwendet werden. Beispiele dafür umfassen SiO, Mg<sub>2</sub>Si, Mg<sub>2</sub>Ge, SnO, SnO<sub>2</sub>, Mg<sub>2</sub>Sn, SnS<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>Sn<sub>3</sub>, FeSn<sub>2</sub>, CoSn<sub>2</sub>, Ni<sub>3</sub>Sn<sub>2</sub>, Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>, Ag<sub>3</sub>Sn, Ag<sub>3</sub>Sb, Ni<sub>2</sub>MnSb, CeSb<sub>3</sub>, LaSn<sub>3</sub>, La<sub>3</sub>Co<sub>2</sub>Sn<sub>7</sub>, CoSb<sub>3</sub>, InSb, SbSn und dergleichen. Hierbei können ein Ele-

ment, das Lade- und Entladereaktionen durch Legierungs- und Entlegierungsreaktionen mit Lithium ermöglicht, und eine dieses Element enthaltende Verbindung und dergleichen als auf einer Legierung basierendes Material bezeichnet werden.

**[0107]** In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet „SiO“ beispielsweise Siliziummonoxid. SiO kann alternativ durch  $\text{SiO}_x$  dargestellt werden. Hierbei weist x vorzugsweise 1 oder einen Annäherungswert von 1 auf. Zum Beispiel ist x bevorzugt mehr als oder gleich 0,2 und weniger als oder gleich 1,5, bevorzugter mehr als oder gleich 0,3 und weniger als oder gleich 1,2.

**[0108]** Des Weiteren kann als Negativelektrodenaktivmaterial ein Oxid, wie z. B. Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), Lithiumtitanoxid ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ), eine Lithium-Graphit-Einlagerungsverbindung ( $\text{Li}_x\text{C}_6$ ), Niobpentoxid ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ), Wolframoxid ( $\text{WO}_2$ ) Molybdänoxid ( $\text{MoO}_2$ ) oder dergleichen, verwendet werden.

**[0109]** Als Negativelektrodenaktivmaterial kann alternativ  $\text{Li}_{3-x}\text{M}_x\text{N}$  (M= Co, Ni oder Cu) mit einer  $\text{Li}_3\text{N}$ -Struktur verwendet werden, das ein Doppelnitrid von Lithium und einem Übergangsmetall ist. Beispielsweise wird  $\text{Li}_{2,6}\text{Co}_{0,4}\text{N}_3$  aufgrund seiner hohen Entladekapazität (900 mAh/g und  $1890 \text{ mAh/cm}^3$ ) bevorzugt.

**[0110]** Das Doppelnitrid von Lithium und einem Übergangsmetall wird vorzugsweise verwendet, wobei in diesem Fall Lithiumionen in dem Negativelektrodenaktivmaterial enthalten sind und somit dieses mit einem kein Lithiumion enthaltenden Positivelektrodenaktivmaterial, wie z. B.  $\text{V}_2\text{O}_5$  oder  $\text{Cr}_3\text{O}_8$ , kombiniert werden kann. Es sei angemerkt, dass dann, wenn ein Lithiumionen enthaltendes Material als Positivelektrodenaktivmaterial verwendet wird, das Doppelnitrid von Lithium und einem Übergangsmetall als Negativelektrodenaktivmaterial verwendet werden kann, indem die in dem Positivelektrodenaktivmaterial enthaltenen Lithiumionen im Voraus ausgelagert werden.

**[0111]** Alternativ kann ein eine Konversionsreaktion bewirkendes Material als Negativelektrodenaktivmaterial verwendet werden. Beispielsweise kann ein Übergangsmetalloxid, das keine Legierung mit Lithium bildet, wie z. B. Kobaltoxid ( $\text{CoO}$ ), Nickeloxid ( $\text{NiO}$ ) und Eisenoxid ( $\text{FeO}$ ), für das Negativelektrodenaktivmaterial verwendet werden. Weitere Beispiele für das eine Konversionsreaktion bewirkende Material umfassen ferner Oxide, wie z. B.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{RuO}_2$  und  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , Sulfide, wie z. B.  $\text{CoS}_{0,89}$ ,  $\text{NiS}$  und  $\text{CuS}$ , Nitride, wie z. B.  $\text{Zn}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Cu}_3\text{N}$  und  $\text{Ge}_3\text{N}_4$ , Phosphide, wie z. B.  $\text{NiP}_2$ ,  $\text{FeP}_2$  und  $\text{CoP}_3$ , sowie Fluoride, wie z. B.  $\text{FeF}_3$  und  $\text{BiF}_3$ .

**[0112]** Es sei angemerkt, dass eine Art von Negativelektrodenaktivmaterial unter den vorstehenden Negativelektrodenaktivmaterialien verwendet werden kann; jedoch können auch mehrere Arten von Negativelektrodenaktivmaterialien in Kombination verwendet werden. Beispielsweise kann eine Kombination aus einem Kohlenstoffmaterial und Silizium oder eine Kombination aus einem Kohlenstoffmaterial und Siliziummonoxid verwendet werden.

**[0113]** Als weiteres Form der Negativelektrode ist eine Negativelektrode ohne Negativelektrodenaktivmaterial zum Zeitpunkt der Beendigung der Herstellung einer Batterie auch möglich. Als Negativelektrode ohne Negativelektrodenaktivmaterial ist beispielsweise eine Negativelektrode nur mit einem Negativelektrodenstromkollektor zum Zeitpunkt der Beendigung der Herstellung einer Batterie möglich, wobei Lithiumionen, die durch die Ladung der Batterie aus dem Positivelektrodenaktivmaterial ausgelagert werden, als Lithiummetall an dem Negativelektrodenstromkollektor abgeschieden werden und eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht bilden. Eine Batterie mit einer derartigen Negativelektrode wird in einigen Fällen als negativelektrodenfreie (anodenfreie) Batterie, negativelektrodenlose (anodenlose) Batterie und dergleichen bezeichnet.

**[0114]** Bei der Verwendung der Negativelektrode ohne Negativelektrodenaktivmaterial kann ein Film zur gleichmäßigen Abscheidung von Lithium an dem Negativelektrodenstromkollektor versehen sein. Als Film zur gleichmäßigen Abscheidung von Lithium kann beispielsweise ein Festelektrolyt mit einer Lithiumionen-Leitfähigkeit verwendet werden. Als Festelektrolyt können ein auf Sulfid basierender Festelektrolyt, ein auf Oxid basierender Festelektrolyt, ein auf einem Polymer basierender Festelektrolyt und dergleichen verwendet werden. Ein auf einem Polymer basierender Festelektrolyt vor allem ist, da er relativ leicht an dem Negativelektrodenstromkollektor gleichmäßig einen Film bilden kann, zum Film zur gleichmäßigen Abscheidung von Lithium geeignet. Als Film zur gleichmäßigen Abscheidung von Lithium kann ferner beispielsweise ein eine Legierung mit Lithium bildender Metallfilm verwendet werden. Als eine Legierung mit Lithium bildender Metallfilm kann beispielsweise ein Magnesium-Metallfilm verwendet werden. Der Magnesium-Metallfilm ist zum Film zur gleichmäßigen Abscheidung von Lithium geeignet, da Lithium und Magnesium über einen weiten Bereich von Zusammensetzungen eine feste Lösung bilden.

**[0115]** Bei der Verwendung der Negativelektrode ohne Negativelektrodenaktivmaterial kann ein Negativelektrodenstromkollektor mit einer Unebenheit verwendet werden. Wenn der Negativelektrodenstromkollektor mit einer Unebenheit verwendet wird, handelt es sich bei einem vertieften Abschnitt in dem Negativelektrodenstromkollektor um einen Hohlraum, in dem Lithium in dem Negativelektrodenstromkollektor leicht abgeschieden wird, so dass eine Formung eines Dendriten bei der Abscheidung von Lithium verhindert werden kann.

<Bindemittel>

**[0116]** Als Bindemittel wird vorzugsweise zum Beispiel ein Gummimaterial, wie z. B. Styrol-Butadien-Kautschuk (styrene-butadiene rubber, SBR), Styrol-Isopren-Styrol-Kautschuk, Acrylnitril-Butadien-Kautschuk, Butadien-Kautschuk oder Ethylen-Propylen-Dien-Copolymer, verwendet. Alternativ kann ein Fluorkautschuk als Bindemittel verwendet werden.

**[0117]** Als Bindemittel wird bevorzugt zum Beispiel ein wasserlösliches Polymer verwendet. Als wasserlösliches Polymer kann beispielsweise ein Polysaccharid verwendet werden. Als Polysaccharid kann ein Cellulosederivat, wie z. B. Carboxymethylcellulose (CMC), Methylcellulose, Ethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Diacetylcellulose oder regenerierte Cellulose, oder eine Stärke oder dergleichen verwendet werden. Bevorzugter ist ein derartiges wasserlösliches Polymer in Kombination mit dem vorstehend erwähnten Gummimaterial verwendet.

**[0118]** Alternativ wird als Bindemittel vorzugsweise ein Material, wie z. B. Polystyrol, Poly(methylacrylat), Poly(methylmethacrylat) (PMMA), Natriumpolyacrylat, Polyvinylalkohol (PVA), Polyethylenoxid (PEO), Polypropylenoxid, Polyimid, Polyvinylchlorid, Polytetrafluorethylen, Polyethylen, Polypropylen, Polyisobutylen, Polyethylenterephthalat, Nylon, Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyacrylnitril (PAN), Ethylen-Propylen-Dien-Polymer, Polyvinylacetat oder Nitrocellulose, verwendet.

**[0119]** Eine Kombination mehrerer der vorstehenden Materialien kann als Bindemittel verwendet werden.

**[0120]** Beispielsweise können ein Material mit einer signifikanten Viskositätsmodifizierungswirkung und ein weiteres Material in Kombination verwendet werden. Beispielsweise weist ein Gummimaterial oder dergleichen eine hohe Adhäsion und eine hohe Elastizität auf, kann jedoch bei der Viskositätsmodifizierung Schwierigkeiten beim Mischen in einem Lösungsmittel aufweisen. In einem derartigen Fall wird ein Gummimaterial oder dergleichen vorzugsweise zum Beispiel mit einem Material mit einer signifikanten Viskositätsmodifizierungswirkung gemischt. Als Material mit einer signifikanten Viskositätsmodifizierungswirkung wird vorzugsweise zum Beispiel ein wasserlösliches Polymer verwendet. Als wasserlösliches Polymer mit einer besonders signifikanten Viskositätsmodifizierungswirkung kann das vorstehend genannte Polysaccharid, wie beispielsweise ein Cellulosederivat, wie z. B. Carboxymethylcellulose (CMC), Methylcellulose, Ethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Diacetylcellulose oder regenerierte Cellulose, oder eine Stärke verwendet werden.

**[0121]** Es sei angemerkt, dass ein Cellulosederivat, wie z. B. Carboxymethylcellulose, eine höhere Löslichkeit erzielt, wenn es in ein Salz, wie z. B. ein Natriumsalz oder ein Ammoniumsalz von Carboxymethylcellulose, umgewandelt wird, und daher leicht eine Wirkung als Viskositätsmodifizierungsmittel zeigt. Eine hohe Löslichkeit kann ebenfalls bei der Bildung eines Schlamms für eine Elektrode die Dispergierbarkeit eines Aktivmaterials oder weiterer Komponenten erhöhen. In dieser Beschreibung und dergleichen umfassen Cellulose und ein Cellulosederivat, welche als Bindemittel einer Elektrode verwendet werden, Salze dieser.

**[0122]** Ein wasserlösliches Polymer stabilisiert die Viskosität, indem es in Wasser aufgelöst wird, und ermöglicht eine stabile Dispersion des Aktivmaterials und eines anderen Materials, das als Bindemittel kombiniert wird, wie z. B. Styrol-Butadien-Kautschuk, in einer wässrigen Lösung. Ferner wird erwartet, dass ein wasserlösliches Polymer leicht und stabil an eine Aktivmaterialoberfläche adsorbiert wird, da es eine funktionelle Gruppe aufweist. Viele Cellulosederivate, wie z. B. Carboxymethylcellulose, weisen eine funktionelle Gruppe auf, wie z. B. eine Hydroxylgruppe oder eine Carboxylgruppe, wobei aufgrund funktioneller Gruppen erwartet wird, dass Polymere miteinander wechselwirken und eine große Fläche einer Aktivmaterialoberfläche bedecken.

**[0123]** In dem Fall, in dem das Bindemittel, das die Aktivmaterialoberfläche bedeckt oder in Kontakt mit der Aktivmaterialoberfläche ist, einen Film ausbildet, wird erwartet, dass der Film auch als Passivierungsfilm dient, um die Zersetzung einer Elektrolytlösung zu verhindern. Hierbei bezeichnet „ein Passivierungsfilm“ einen Film ohne elektrische Leitfähigkeit oder einen Film mit einer sehr niedrigen elektrischen Leitfähigkeit,

und der Passivierungsfilm kann beispielsweise in dem Fall, in dem der Passivierungsfilm an der Aktivmaterialoberfläche ausgebildet wird, die Zersetzung einer Elektrolytlösung auf einem Potential verhindern, auf dem eine Batteriereaktion auftritt. Vorzugsweise kann der Passivierungsfilm Lithiumionen leiten, während er die elektrische Leitfähigkeit unterdrückt.

<leitfähiges Material>

**[0124]** Ein leitfähiges Material wird auch als Leitfähigkeit verleihendes Mittel und leitfähiges Additiv bezeichnet, und ein Kohlenstoffmaterial wird als leitfähiges Material verwendet. Ein leitfähiges Material wird zwischen mehreren Aktivmaterialien angebracht, wodurch die mehreren Aktivmaterialien miteinander elektrisch verbunden werden und die Leitfähigkeit erhöht wird. Es sei angemerkt, dass der Begriff „anbringen“ nicht nur einen Zustand bezeichnet, in dem ein Aktivmaterial und ein leitfähiges Material physikalisch in engem Kontakt miteinander sind, sondern auch beispielsweise die folgenden Konzepte umfasst: der Fall, in dem eine kovalente Bindung auftritt, der Fall, in dem eine Bindung mit der Van der Waals-Kraft auftritt, der Fall, in dem ein leitfähiges Material einen Teil der Oberfläche eines Aktivmaterials bedeckt, der Fall, in dem ein leitfähiges Material in der Oberflächenrauheit eines Aktivmaterials eingebettet wird, und der Fall, in dem ein Aktivmaterial und ein leitfähiges Material miteinander elektrisch verbunden werden, ohne miteinander in Kontakt zu sein.

**[0125]** Aktivmaterialschichten, wie z. B. die Positivelektrodenaktivmaterialschicht und die Negativelektrodenaktivmaterialschicht, enthalten vorzugsweise das leitfähige Material.

**[0126]** Als leitfähiges Material können beispielsweise eines oder mehrere von Kohlenstoff, wie z. B. Acetylenruß und Furnaceruß, Graphit, wie z. B. künstlichem Graphit und natürlichem Graphit, Kohlenstoffnanofaser, wie z. B. Kohlenstoffnanofaser und Kohlenstoffnanoröhre sowie Graphenverbindung verwendet werden.

**[0127]** Als Kohlenstofffaser kann beispielsweise eine Kohlenstofffaser, wie z. B. eine auf Mesophasenpech basierende Kohlenstofffaser oder eine auf isotropem Pech basierende Kohlenstofffaser, verwendet werden. Als Kohlenstofffaser kann auch eine Kohlenstoffnanofaser, eine Kohlenstoffnanoröhre oder dergleichen verwendet werden. Eine Kohlenstoffnanoröhre kann beispielsweise durch ein Gasphasenabscheidungsverfahren ausgebildet werden.

**[0128]** Eine Graphenverbindung in dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet Graphen, mehrschichtiges Graphen, Multi-Graphen, Graphenoxid, mehrschichtiges Graphenoxid, Multi-Graphenoxid, reduziertes Graphenoxid, reduziertes mehrschichtiges Graphenoxid, reduziertes Multi-Graphenoxid, Graphen-Quantenpunkte und dergleichen. Die Graphenverbindung enthält Kohlenstoff, weist eine plattenartige Form, eine blattartige Form oder dergleichen auf und weist eine zweidimensionale Struktur aus sechsgliedrigen Kohlenstoffringen auf. Die zweidimensionale Struktur aus sechsgliedrigen Kohlenstoffringen kann als Kohlenstoffblatt bezeichnet werden. Eine Graphenverbindung kann eine funktionelle Gruppe aufweisen. Die Graphenverbindung ist vorzugsweise gebogen. Die Graphenverbindung kann wie eine Kohlenstoffnanoröhre gerundet sein.

**[0129]** Die Aktivmaterialschicht kann als leitfähiges Material alternativ beispielsweise ein Metallpulver oder Metallfasern von Kupfer, Nickel, Aluminium, Silber, Gold oder dergleichen, oder ein leitfähiges Keramikmaterial enthalten.

**[0130]** Der Anteil des leitfähigen Materials in der gesamten Aktivmaterialschicht ist bevorzugt höher als oder gleich 1 Gew.-% und niedriger als oder gleich 10 Gew.-%, bevorzugter höher als oder gleich 1 Gew.-% und niedriger als oder gleich 5 Gew.-%.

**[0131]** Im Unterschied zu einem mit dem Aktivmaterial in Punktkontakt stehenden körnigen leitfähigen Material, wie z. B. Kohlenstoff, ermöglicht eine Graphenverbindung einen Flächenkontakt mit niedriger Kontaktwiderstand, und daher kann im Vergleich zu einem allgemeinen leitfähigen Material auch nur eine kleine Menge der Graphenverbindung die elektrische Leitfähigkeit zwischen dieser und dem körnigen Aktivmaterial erhöhen. Daher kann der Anteil des Aktivmaterials in der Aktivmaterialschicht erhöht werden. Somit kann die Entladekapazität einer Batterie erhöht werden.

**[0132]** Teilchenförmige kohlenstoffhaltige Verbindungen, wie z. B. Kohlenstoff und Graphit, oder fibröse kohlenstoffhaltige Verbindungen, wie z. B. eine Kohlenstoffnanoröhre, treten leicht in einen mikroskopischen Raum ein. Ein mikroskopischer Raum ist z. B. ein Bereich zwischen mehreren Aktivmaterialien. Wenn eine

kohlenstoffhaltige Verbindung, die leicht in einen mikroskopischen Raum eintritt, und eine blattförmige kohlenstoffhaltige Verbindung, wie Graphen, die mehreren Teilchen Leitfähigkeit verleihen kann, in Kombination verwendet werden, wird die Dichte der Elektrode erhöht, und es kann ein ausgezeichneter Leitungspfad gebildet werden. Eine durch das Herstellungsverfahren einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhaltene Batterie kann eine hohe Kapazitätsdichte pro Volumen und eine Stabilität aufweisen und ist effektiv für eine fahrzeuginterne Batterie.

#### <Stromkollektor>

**[0133]** Für den Stromkollektor kann ein nicht mit einem Ladungsträgerion von Lithium oder dergleichen legiertes hochleitfähiges Material, wie z. B. Edelstahl, Gold, Platin, Zink, Eisen, Kupfer, Aluminium und Titan sowie Legierungen davon, verwendet werden. Der Stromkollektor kann eine geeignete Form, wie z. B. eine blattartige Form, eine netzartige Form, eine Stanzmetallform oder eine Streckmetallform, aufweisen.

**[0134]** Alternativ kann ein Harzstromkollektor als Stromkollektor verwendet werden. Als Harzstromkollektor kann beispielsweise ein Harzstromkollektor verwendet werden, der ein Harz, wie z. B. Polyolefin (z. B. Polypropylen oder Polyethylen), Nylon (Polyamid), Polyimid, Vinylon, Polyester, Acryl oder Polyurethan, und ein teilchenförmiges oder faserförmiges leitfähiges Material (auch als leitfähiger Füllstoff bezeichnet) enthält.

**[0135]** Als leitfähiges Material, das in dem Harzstromkollektor enthalten ist, können eines oder mehrere von leitfähigen Kohlenstoffmaterialien und Metallmaterialien, wie z. B. Aluminium, Titan, Edelstahl, Gold, Platin, Zink, Eisen, Kupfer und dergleichen, verwendet werden. Als leitfähiges Kohlenstoffmaterial können beispielsweise eines oder mehrere von Kohlenstoffschwarz, wie z. B. Acetylenruß und Furnaceruß, Graphit, wie z. B. künstlichem Graphit und natürlichem Graphit, Kohlenstoffnanofaser, wie z. B. Kohlenstoffnanofaser und Kohlenstoffnanoröhre sowie Graphen und Graphenverbindung verwendet werden. Es sei angemerkt, dass im Fall der Verwendung des Harzstromkollektors als Positivelektrodenstromkollektor vorzugsweise ein Antioxidationsmittel, wie z. B. ein auf gehindertem Phenol basierendes Material, ferner enthalten ist.

**[0136]** Als Kohlenstofffaser kann beispielsweise eine Kohlenstofffaser, wie z. B. eine auf Mesophasenpech basierende Kohlenstofffaser oder eine auf isotropem Pech basierende Kohlenstofffaser, verwendet werden. Als Kohlenstofffaser kann auch eine Kohlenstoffnanofaser, eine Kohlenstoffnanoröhre oder dergleichen verwendet werden. Eine Kohlenstoffnanoröhre kann beispielsweise durch ein Gasphasenabscheidungsverfahren ausgebildet werden.

**[0137]** Es sei angemerkt, dass der durchschnittliche Teilchendurchmesser des in dem Harzstromkollektor enthaltenen leitfähigen Materials größer als oder gleich 10 nm und kleiner als oder gleich 10 µm sein kann und vorzugsweise größer als oder gleich 30 nm und kleiner als oder gleich 5 µm ist.

**[0138]** Der Stromkollektor weist vorzugsweise eine Dicke von größer als oder gleich 5 µm und kleiner als oder gleich 30 mm auf.

**[0139]** Es sei angemerkt, dass vorzugsweise ein nicht mit einem Ladungsträgerion von Lithium oder dergleichen legiertes Material für den Negativelektrodenstromkollektor verwendet wird.

#### [Positivelektrode]

**[0140]** Die Positivelektrode umfasst eine Positivelektrodenaktivmaterialschicht und einen Positivelektrodenstromkollektor. Die Positivelektrodenaktivmaterialschicht enthält ein Positivelektrodenaktivmaterial und kann ferner ein leitfähiges Material und/oder ein Bindemittel enthalten. Es sei angemerkt, dass der Positivelektrodenstromkollektor, das leitfähige Material und das Bindemittel, welche bei [Negativelektrode] beschrieben worden sind, verwendet werden können.

**[0141]** Als Stromkollektor kann beispielsweise eine Metallfolie verwendet werden. Die Positivelektrode kann ausgebildet werden, indem ein Schlamm auf eine Metallfolie aufgetragen und getrocknet wird. Es sei angemerkt, dass ein Pressen nach dem Trocknen durchgeführt werden kann. Die Positivelektrode wird durch Ausbilden einer Positivelektrodenaktivmaterialschicht über dem Stromkollektor erhalten.

**[0142]** Ein Schlamm meint eine zum Ausbilden der Aktivmaterialschicht über dem Stromkollektor verwendete Materialflüssigkeit und enthält mindestens ein Aktivmaterial, ein Bindemittel und ein Lösungsmittel sowie vorzugsweise auch ein damit gemischtes leitfähiges Material. Es sei angemerkt, dass der Schlamm

auch als Schlamm für eine Elektrode oder Aktivmaterialschlamm bezeichnet werden kann; in dem Fall, in dem eine Positivelektrodenaktivmaterialschicht ausgebildet wird, wird der Schlamm als Schlamm für eine Positivelektrode bezeichnet.

<Positivelektrodenaktivmaterial>

**[0143]** Als Positivelektrodenaktivmaterial können eines oder mehrere von einem Verbundoxid mit einer geschichteten Steinsalzstruktur, einem Verbundoxid mit einer Olivinstruktur und einem Verbundoxid mit einer Spinellstruktur verwendet werden.

**[0144]** Als Verbundoxid mit einer geschichteten Steinsalzstruktur können eines oder mehrere von Lithium-Kobalt-Oxid, Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid, Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium-Oxid und Lithium-Nickel-Mangan-Aluminium-Oxid verwendet werden. Es sei angemerkt, dass die Zusammensetzungsformel  $\text{LiM}_1\text{O}_2$  sein kann (M1 ist eines oder mehrere, die aus Nickel, Kobalt, Mangan und Aluminium ausgewählt werden); der Koeffizient der Zusammensetzungsformel ist jedoch nicht auf eine ganze Zahl beschränkt.

**[0145]** Als Lithium-Kobalt-Oxid kann beispielsweise Lithium-Kobalt-Oxid, dem Magnesium und Fluor zugesetzt sind, verwendet werden. Außerdem wird Lithium-Kobalt-Oxid, dem Magnesium, Fluor, Aluminium und Nickel zugesetzt sind, vorzugsweise verwendet.

**[0146]** Als Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid kann beispielsweise Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid mit einem Verhältnis von Nickel: Kobalt: Mangan = 1:1:1, Nickel: Kobalt: Mangan = 6:2:2, Nickel: Kobalt: Mangan = 8:1:1 und Nickel: Kobalt: Mangan = 9: 0,5: 0,5 verwendet werden. Als vorstehendes Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid wird vorzugsweise zum Beispiel Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid verwendet, dem eines oder mehrere von Aluminium, Calcium, Barium, Strontium und Gallium zugesetzt sind.

**[0147]** Als Verbundoxid mit einer Olivinstruktur kann eines oder mehrere von Lithiumeisenphosphat, Lithiummanganphosphat, Lithiumkobaltphosphat und Lithiumeisenmanganphosphat verwendet werden. Es sei angemerkt, dass die Zusammensetzungsformel  $\text{LiM}_2\text{PO}_4$  sein kann (M2 ist eines oder mehrere, die aus Eisen, Mangan und Kobalt ausgewählt werden); der Koeffizient der Zusammensetzungsformel ist jedoch nicht auf eine ganze Zahl beschränkt.

**[0148]** Alternativ kann ein Verbundoxid mit einer Spinellstruktur, wie z. B.  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ , verwendet werden.

[Elektrolyt]

**[0149]** Ein Beispiel für den Elektrolyten wird nachstehend beschrieben. Als eine Form des Elektrolyten kann ein flüssiger Elektrolyt (auch als Elektrolytlösung bezeichnet), der ein Lösungsmittel und einen in dem Lösungsmittel aufgelösten Elektrolyten enthält, verwendet werden. Der Elektrolyt ist nicht auf einen Flüssig-elektrolyten (eine Elektrolytlösung) beschränkt, der bei Raumtemperatur eine Flüssigkeit ist, und ein Fest-elektrolyt kann auch verwendet werden. Alternativ kann auch ein Elektrolyt, der sowohl einen Flüssig-elektrolyten, der bei Raumtemperatur eine Flüssigkeit ist, als auch einen Festelektrolyten enthält, der bei Raumtemperatur ein Feststoff ist (ein halbfester Elektrolyt), verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem ein Festelektrolyt oder ein halbfester Elektrolyt für eine biegbare Batterie verwendet wird, die Flexibilität der Batterie aufrechterhalten werden kann, indem ein Teil einer Schichtanordnung innerhalb der Batterie einen Elektrolyten enthält.

**[0150]** Im Falle der Verwendung eines flüssigen Elektrolyten für eine Sekundärbatterie können beispielsweise eine oder mehrere Arten, die aus Ethylencarbonat (EC), Propylencarbonat (PC), Butylencarbonat, Chlorethylencarbonat, Vinylencarbonat,  $\gamma$ -Butyrolacton,  $\gamma$ -Valerolacton, Dimethylcarbonat (DMC), Diethylcarbonat (DEC), Ethylmethylcarbonat (EMC), Methylformat, Methylacetat, Ethylacetat, Methylpropionat, Ethylpropionat, Propylpropionat, Methylbutyrat, 1,3-Dioxan, 1,4-Dioxan, Dimethoxyethan (DME), Dimethylsulfoxid, Diethylether, Methylglyme, Acetonitril, Benzonnitril, Tetrahydrofuran, Sulfolan, Sulton und dergleichen ausgewählt werden, in einer beliebigen Kombination in einem geeigneten Verhältnis verwendet werden.

**[0151]** Alternativ kann die Verwendung eine oder mehrere von ionischen Flüssigkeiten (bei Raumtemperatur geschmolzenen Salzen), die nur schwer entflammbar und nichtflüchtig sind, als Lösungsmittel der Elektrolyt-lösung verhindern, dass eine Sekundärbatterie explodiert und/oder Feuer fängt, selbst wenn die Sekundärbatterie innen kurzgeschlossen wird oder die Innentemperatur wegen eines Überladens oder dergleichen ansteigt. Die ionische Flüssigkeit enthält ein Kation und ein Anion, insbesondere ein organisches Kation und

ein Anion. Als organisches Kation werden aliphatische Oniumkationen, wie z. B. ein quaternäres Ammoniumkation, ein tertiäres Sulfoniumkation und ein quaternäres Phosphoniumkation, sowie aromatische Kationen, wie z. B. ein Imidazoliumkation und ein Pyridiniumkation angegeben. Als Anion werden ein einwertiges auf Amid basierendes Anion, ein einwertiges auf Methid basierendes Anion, ein Fluorsulfonatanion, ein Perfluoralkylsulfonatanion, ein Tetrafluorboratanion, ein Perfluoralkylboratanion, ein Hexafluorphosphatanion, ein Perfluoralkylphosphatanion und dergleichen angegeben.

**[0152]** Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als Ladungsträgerionen Alkalimetallionen, wie z. B. Lithiumionen, Natriumionen und Kaliumionen, sowie Erdalkalimetallionen, wie z. B. Calciumionen, Strontiumionen, Bariumionen, Berylliumionen und Magnesiumionen, enthalten.

**[0153]** Im Fall der Verwendung von Lithiumionen als Ladungsträgerionen enthält der Elektrolyt ein Lithiumsalz. Als Lithiumsalz kann beispielsweise  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiAlCl}_4$ ,  $\text{LiSCN}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{LiI}$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ ,  $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{Cl}_{12}$ ,  $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ,  $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ ,  $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ ,  $\text{LiC}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_3$ ,  $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ,  $\text{LiN}(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)$  oder  $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$  verwendet werden.

**[0154]** Als organisches Lösungsmittel, das als Beispiel bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, kann ein Lösungsmittel verwendet werden, das Ethylencarbonat (EC), Ethylmethylcarbonat (EMC) und Dimethylcarbonat (DMC) enthält, und bei dem das Volumenverhältnis von dem Ethylencarbonat zu dem Ethylmethylcarbonat und dem Dimethylcarbonat  $x:y:100 - x - y$  (allerdings  $5 \leq x \leq 35$  und  $0 < y < 65$ ) beträgt, wobei die Gesamtmenge von Ethylencarbonat, Ethylmethylcarbonat und Dimethylcarbonat 100 Vol.-% ist. Insbesondere kann ein organisches Lösungsmittel verwendet werden, das EC, EMC und DMC in einem Volumenverhältnis von EC: EMC: DMC = 30:35:35 enthält.

**[0155]** Des Weiteren wird es bevorzugt, dass die Elektrolytlösung nur eine geringe Menge von Staubteilchen oder Elementen, die sich von den Bestandteilen der Elektrolytlösung unterscheiden (nachstehend auch einfach als „Verunreinigungen“ bezeichnet), enthält und hoch gereinigt ist. Insbesondere ist das Gewichtsverhältnis von Verunreinigungen zu der Elektrolytlösung bevorzugt weniger als oder gleich 1 %, bevorzugter weniger als oder gleich 0,1 %, noch bevorzugter weniger als oder gleich 0,01 %.

**[0156]** Um zur Erhöhung der Sicherheit und dergleichen einen Beschichtungsfilm (solid electrolyte interface) an der Grenzfläche zwischen der Elektrode (der Aktivmaterialschicht) und der Elektrolytlösung auszubilden, kann der Elektrolytlösung ein Additivmittel, wie z. B. Vinylencarbonat (VC), Propansulton (PS), tert-Butylbenzol (TBB), Fluorethylencarbonat (FEC), Lithium-Bis(oxalat)borat (LiBOB) oder eine Dinitrilverbindung, wie z. B. Succinonitril oder Adiponitril, hinzugefügt werden. Die Konzentration des Additivmittels in dem Lösungsmittel kann beispielsweise höher als oder gleich 0,1 Gew.-% und niedriger als oder gleich 5 Gew.-% betragen.

**[0157]** Wenn der Elektrolyt ein gelierbares hochmolekulares Material enthält, wird die Sicherheit gegen eine Flüssigkeitsleckage und dergleichen erhöht. Typische Beispiele für ein geliertes hochmolekulares Material umfassen ein Silikongel, ein Acrylgel, ein Acrylnitrilgel, ein auf Polyethylenoxid basierendes Gel, ein auf Polypropylenoxid basierendes Gel, ein auf Fluor basierendes Polymergel und dergleichen.

**[0158]** Beispiele für das hochmolekulare Material umfassen ein Polymer mit einer Polyalkylenoxid-Struktur, wie z. B. Polyethylenoxid (PEO), PVDF, Polyacrylnitril und ein Copolymer enthaltend eines von ihnen. Beispielsweise kann PVDF-HFP verwendet werden, das ein Copolymer von PVDF und Hexafluorpropylen (HFP) ist. Das gebildete hochmolekulare Material kann porös sein.

[Separator]

**[0159]** In dem Fall, in dem der Elektrolyt eine Elektrolytlösung enthält, wird ein Separator zwischen der Positivelektrode und der Negativelektrode angeordnet. Der Separator kann beispielsweise unter Verwendung von einer Cellulose enthaltenden Faser, wie z. B. Papier, Vliesstoff, Glasfasern, Keramik oder Kunstfasern, welche Nylon (Polyamid), Polyimid, Vinylnylon (auf Polyvinylalkohol basierende Faser), Polyester, Acryl, Polyolefin oder Polyurethan enthalten, ausgebildet werden. Der Separator wird vorzugsweise zu einer taschenförmigen Form verarbeitet, um entweder die Positivelektrode oder die Negativelektrode zu umschließen.

**[0160]** Der Separator kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen. Beispielsweise kann ein organischer Materialfilm aus Polypropylen, Polyethylen oder dergleichen mit einem auf Keramik basierenden Material, einem auf Fluor basierenden Material, einem auf Polyamid basierenden Material, einem auf Polyimid basierenden Material, einer Mischung davon oder dergleichen beschichtet werden. Als auf Keramik basierendes

Material können beispielsweise Aluminiumoxidteilchen, Siliziumoxidteilchen oder dergleichen verwendet werden. Als auf Fluor basierendes Material können beispielsweise PVDF, Polytetrafluorethylen oder dergleichen verwendet werden. Als auf Polyamid basierendes Material kann beispielsweise Nylon, Aramid (auf Meta basierendes Aramid oder auf Para basierendes Aramid) oder dergleichen verwendet werden.

**[0161]** Wenn der Separator mit dem auf Keramik basierenden Material beschichtet wird, wird die Oxidationsbeständigkeit verbessert; daher kann eine Verschlechterung des Separators bei der Ladung und Entladung mit hoher Spannung verhindert werden, und somit kann die Zuverlässigkeit der Batterie erhöht werden. Wenn der Separator mit dem auf Fluor basierenden Material beschichtet wird, kommt der Separator leicht in engen Kontakt mit einer Elektrode, und somit können Ausgabeeigenschaften erhöht werden. Wenn der Separator mit dem auf Polyamid basierenden Material, insbesondere Aramid, beschichtet wird, wird die Wärmebeständigkeit erhöht, und somit kann die Sicherheit der Batterie erhöht werden.

**[0162]** Beispielsweise können beide Seiten eines Polypropylenfilms mit einem Mischmaterial aus Aluminiumoxid und Aramid beschichtet werden. Alternativ kann eine mit der Positivelektrode in Kontakt stehende Seite eines Polypropylenfilms mit dem Mischmaterial aus Aluminiumoxid und Aramid beschichtet werden, und eine mit der Negativelektrode in Kontakt stehende Seite kann mit dem auf Fluor basierenden Material beschichtet werden.

**[0163]** Durch die Verwendung des Separators mit einer mehrschichtigen Struktur kann die Kapazität pro Volumen der Batterie erhöht werden, da die Sicherheit der Batterie auch dann gehalten werden kann, wenn die Dicke des ganzen Separators klein ist.

#### [Außenteil]

**[0164]** Für ein Außenteil der Batterie kann beispielsweise ein Metallmaterial, wie z. B. Aluminium, Edelstahl oder Titan, oder ein Harzmaterial verwendet werden. Es kann auch ein filmförmiges Außenteil verwendet werden. Als Film kann beispielsweise ein Film mit einer dreischichtigen Struktur verwendet werden, bei der ein hochflexibler dünner Metallfilm oder eine hochflexible Metallfolie aus Aluminium, Edelstahl, Titan, Kupfer, Nickel oder dergleichen über einem Film aus einem Material, wie z. B. Polyethylen, Polypropylen, Polycarbonat, Ionomer oder Polyamid, bereitgestellt ist und ein isolierender synthetischer Harzfilm aus einem auf Polyamid basierenden Harz, einem auf Polyester basierenden Harz oder dergleichen als Außenfläche des Außenteils über dem dünnen Metallfilm bereitgestellt ist. Ein Film mit einer derartigen mehrschichtigen Struktur kann als Laminatfilm bezeichnet werden. Dabei wird der Laminatfilm in einigen Fällen unter Verwendung des Namens des Materials einer Metallschicht, die in dem Laminatfilm enthalten ist, als Aluminium-Laminatfilm, Edelstahl-Laminatfilm, Titan-Laminatfilm, Kupfer-Laminatfilm, Nicke-Laminatfilm oder dergleichen bezeichnet.

**[0165]** Das Material oder die Dicke der Metallschicht, die in dem Laminatfilm enthalten ist, kann die Flexibilität der Batterie beeinflussen. Als Außenteil, das für eine hochflexible (biegbare) Batterie verwendet wird, wird vorzugsweise zum Beispiel ein Aluminium-Laminatfilm, der eine Polypropylenschicht, eine Aluminiumschicht und Nylon enthält, verwendet. Die Dicke der Aluminiumschicht ist hierbei bevorzugt kleiner als oder gleich 50 µm, bevorzugter kleiner als oder gleich 40 µm, bevorzugter kleiner als oder gleich 30 µm, bevorzugter kleiner als oder gleich 20 µm. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem die Dicke der Aluminiumschicht kleiner als 10 µm ist, die Gassperreigenschaft aufgrund der Nadellöcher in der Aluminiumschicht verringert werden könnte; daher ist die Dicke der Aluminiumschicht vorzugsweise größer als oder gleich 10 µm.

**[0166]** Als Laminatfilm kann ein Graphenblatt anstelle der vorstehenden Metallschicht verwendet werden. Als Graphenblatt kann ein mehrschichtiges Graphenblatt mit einer Dicke von größer als oder gleich 100 nm und kleiner als oder gleich 30 µm, bevorzugt größer als oder gleich 200 nm und kleiner als oder gleich 20 µm verwendet werden. Das Graphenblatt ist flexibel und weist einen Abstand zwischen den Graphenschichten von 0,34 nm und eine Gassperreigenschaft auf; daher ist das Graphenblatt für einen Film geeignet, der für ein Außenteil der Sekundärbatterie verwendet wird.

[Verarbeitungsverfahren eines Films, der vertiefte Abschnitte und vorspringende Abschnitte umfasst]

**[0167]** Als Nächstes wird ein Verarbeitungsverfahren eines Films beschrieben, der für das Außenteil 50 verwendet werden kann. Als Film kann der vorstehende Laminatfilm verwendet werden.

**[0168]** Als Laminatfilm kann beispielsweise ein mehrschichtiger Film verwendet werden. Beispielsweise kann ein mehrschichtiger Film verwendet werden, der eine Heißsiegelschicht auf einer oder beiden Oberfläche/n eines Metallfilms umfasst. Als Klebeschicht kann ein Wärmedichtungsharzfilm verwendet werden, der Polypropylen, Polyethylen oder dergleichen enthält. Bei dieser Ausführungsform wird ein Aluminium-Laminatfilm, in dem eine nach oben weisende Oberfläche der Aluminiumfolie mit einem Nylonharz versehen ist und eine nach unten weisende Oberfläche der Aluminiumfolie mit einer Schichtanordnung aus einem säurebeständigen Polypropylenfilm und einem Polypropylenfilm versehen ist, verwendet.

**[0169]** Dann wird der Film geprägt. Als Ergebnis kann ein Film mit vertieften Abschnitten und vorspringenden Abschnitten hergestellt werden. Der Film umfasst eine Vielzahl von vertieften Abschnitten und vorspringenden Abschnitten und weist ein Wellenmuster auf, das zu erkennen ist.

**[0170]** Die Prägung, die eine Art von Pressverarbeitung ist, wird nachstehend beschrieben.

**[0171]** Fig. 11 ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel für eine Prägung darstellt. Es sei angemerkt, dass eine Prägung eine Art von Pressverarbeitung ist und eine Behandlung zur Bildung einer Unebenheit, die einer Unebenheit einer Prägewalze entspricht, an einem Film bezeichnet, indem die Prägewalze, deren Oberfläche eine Unebenheit aufweist, an den Film gepresst wird. Es sei angemerkt, dass die Prägewalze eine Walze ist, an deren Oberfläche ein Muster graviert ist.

**[0172]** Fig. 11 stellt ein Beispiel dar, in dem beide Oberflächen eines Films geprägt werden. Des Weiteren stellt Fig. 11 ein Bildungsverfahren eines Films dar, der einen vorspringenden Abschnitt umfasst, dessen Spitze sich auf einer Fläche befindet.

**[0173]** Fig. 11 stellt einen Zwischenzustand dar, in dem ein Film 90 zwischen einer Prägewalze 95 in Kontakt mit einer Oberfläche des Films und einer Prägewalze 96 in Kontakt mit der anderen Oberfläche angeordnet ist und der Film 90 in die Bewegungsrichtung 91 des Films transportiert wird. Ein Muster wird durch Druck oder Wärme an der Oberfläche des Films ausgebildet. Es sei angemerkt, dass ein Muster sowohl durch Druck als auch durch Wärme an der Oberfläche des Films ausgebildet werden kann.

**[0174]** Für die Prägewalze kann eine Metallwalze, eine Keramikwalze, eine Kunststoffwalze, eine Gummwalze, eine Walze aus organischem Harz, eine Holzwalze oder dergleichen angemessen verwendet werden.

**[0175]** In Fig. 11 wird eine Prägung unter Verwendung der Prägewalze 96 für eine positive Prägung und der Prägewalze 95 für eine negative Prägung durchgeführt. Die Prägewalze 96 für eine positive Prägung weist eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten 96a auf. Der vorspringende Abschnitt entspricht dem vorspringenden Abschnitt, der in einem zu verarbeitenden Film ausgebildet wird. Die Prägewalze 95 für eine negative Prägung weist eine Vielzahl von vorspringenden Abschnitten 95a auf. Mit den benachbarten vorspringenden Abschnitten 95a wird ein vertiefter Abschnitt gebildet, der mit einem vorspringenden Abschnitt übereinstimmt, der in der Prägewalze 96 für eine positive Prägung bereitgestellt ist.

**[0176]** Indem eine Hochprägung, bei der sich ein Teil des Films 90 erhebt, und eine Tiefprägung, bei der ein Teil des Films 90 eingebeult wird, sukzessiv durchgeführt werden, können vorspringende Abschnitte und ebene Abschnitte sukzessiv ausgebildet werden. Als Ergebnis kann ein Muster an dem Film 90 ausgebildet werden.

**[0177]** Als Nächstes wird ein Film mit einer Vielzahl von vorspringenden Abschnitten, die eine unterschiedliche Form von derjenigen in Fig. 11 aufweisen, anhand von Fig. 12A bis Fig. 12E beschrieben. Indem die vorspringenden Abschnitte der Prägewalze 95 und der Prägewalze 96 in Fig. 11 unterschiedliche Formen von derjenigen in Fig. 11 aufweisen, kann eine Prägung zur Bildung verschiedener Querschnittsformen, die in Fig. 12A bis Fig. 12E dargestellt werden, durchgeführt werden.

**[0178]** Fig. 12A ist eine schematische Querschnittsansicht einer wellenförmigen Prägung, und Fig. 12B bis Fig. 12E sind Modifikationsbeispiele von Fig. 12A. Fig. 12B und Fig. 12C stellen Beispiele dar, in denen eine Wellenform stufenartig ausgebildet wird, Fig. 12D stellt ein Beispiel dar, in dem eine Wellenform rechteckartig ausgebildet wird, und Fig. 12E stellt ein Beispiel dar, in dem eine Wellenform mit spitzen Tälern und trapezförmigen Bergen ausgebildet wird.

**[0179]** Fig. 13A und Fig. 13B sind Vogelschauansichten, die eine fertige Form in dem Fall darstellen, in dem die in Fig. 11 bis Fig. 12E dargestellte Prägung zweimal durchgeführt wird, wobei die Richtung des Films 90

geändert wird. Insbesondere wird der Film 90 in einer ersten Richtung geprägt, und dann wird der Film 90 in einer zweiten Richtung geprägt, wobei der Film 90 von der ersten Richtung um 90° gedreht wird, wodurch ein Film mit einer in **Fig. 13A** und **Fig. 13B** dargestellten Prägungsform (auch als Kreuzungswellenform bezeichnet) erhalten werden kann. Es sei angemerkt, dass ein in **Fig. 13A** dargestellter Film 81a mit einer Kreuzungswellenform eine Außenform aufweist, die bei der Herstellung der Sekundärbatterie mit dem einzigen Film 81a verwendet wird, und dass der Film 81a verwendet werden kann, wobei der Film 81a an einem gestrichelten Abschnitt zusammengeklappt wird. Eine Vielzahl von Filmen (ein Film 81b und ein Film 81c) mit der Kreuzungswellenform in **Fig. 13B** weist eine Außenform auf, die bei der Herstellung der Sekundärbatterie mit den zwei Filmen (dem Film 81b und dem Film 81c) verwendet wird, und der Film 81b und der Film 81c können derart verwendet werden, dass sie einander überlappen.

**[0180]** Die in **Fig. 13A** und **Fig. 13B** dargestellte Prägungsform kann durch ein anderes Herstellungsverfahren als das vorstehende Herstellungsverfahren ausgebildet werden. Wenn beispielsweise die Prägewalze eine köperartige Form aufweist, kann eine Prägungsform, die der Prägungsform in **Fig. 13A** und **Fig. 13B** ähnlich ist, durch eine einmalige Prägung erhalten werden.

**[0181]** Wie vorstehend beschrieben, kann die Verarbeitung unter Verwendung einer Prägewalze die Größe der Vorrichtung verringern. Des Weiteren kann der Film in einem Zustand verarbeitet werden, in dem er nicht geschnitten ist, was zu einer ausgezeichneten Massenproduktivität führt. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die Verarbeitung unter Verwendung einer Prägewalze beschränkt ist; beispielsweise kann der Film verarbeitet werden, indem ein Paar von Prägungsplatten, deren Oberflächen eine Unebenheit aufweisen, an den Film gedrückt wird. In diesem Fall kann eine der Prägungsplatten flach sein und der Film kann in einer Vielzahl von Schritten verarbeitet werden.

**[0182]** In dem vorstehenden Strukturbeispiel der Sekundärbatterie weisen ein Außenteil einer Oberfläche der Sekundärbatterie und ein Außenteil der anderen Oberfläche ähnliche Prägungsformen auf; jedoch ist die Struktur der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise ist es möglich, dass ein Außenteil einer Oberfläche der Sekundärbatterie eine Prägungsform aufweist und ein Außenteil der anderen Oberfläche keine Prägungsform aufweist. Ein Außenteil einer Oberfläche der Sekundärbatterie und ein Außenteil der anderen Oberfläche können auch Prägungsformen aufweisen, die sich voneinander unterscheiden.

**[0183]** Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen implementiert werden.

(Ausführungsform 2)

**[0184]** Bei dieser Ausführungsform werden elektronische Geräte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die die Sekundärbatterie 10 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen, anhand von **Fig. 14** und **Fig. 15** beschrieben.

**[0185]** Ein elektronisches Gerät 6500 in **Fig. 14A** ist ein tragbares Informationsendgerät, das als Smartphone verwendet werden kann.

**[0186]** Das elektronische Gerät 6500 umfasst mindestens ein erstes Gehäuse 6501a, ein zweites Gehäuse 6501b, einen Gelenkabschnitt 6519, einen ersten Anzeigeabschnitt 6502a, einen Einschaltknopf 6503, einen Knopf 6504, einen Lautsprecher 6505 und ein Mikrophon 6506. Der erste Anzeigeabschnitt 6502a weist eine Touchscreen-Funktion auf. Das erste Gehäuse 6501a und das zweite Gehäuse 6501b sind über den Gelenkabschnitt 6519 miteinander verbunden.

**[0187]** Das elektronische Gerät 6500 kann an dem Gelenkabschnitt 6519 gebogen werden.

**[0188]** **Fig. 14B** ist eine schematische Querschnittsansicht, die einen Endabschnitt des Gehäuses 6501 (6501 a und 6501b) auf der Seite des Mikrofons 6506 umfasst.

**[0189]** Eine Schutzkomponente 6510 mit einer Lichtdurchlässigkeit ist auf einer Seite einer Anzeigefläche des Gehäuses 6501 (6501 a und 6501b) bereitgestellt, und ein Anzeigefeld 6511, ein optisches Bauelement 6512, ein Berührungssensor-Panel 6513, eine gedruckte Leiterplatte 6517, eine erste Batterie 6518a sind in einem Raum bereitgestellt, der von dem Gehäuse 6501 (6501a und 6501b) und der Schutzkomponente 6510 umgeben ist.

**[0190]** An der Schutzkomponente 6510 sind das Anzeigefeld 6511, das optische Bauelement 6512 und das Berührungssensor-Panel 6513 mit einer Klebeschicht (nicht dargestellt) befestigt.

**[0191]** Ein Teil des Anzeigefeldes 6511 ist in einem Bereich außerhalb des ersten Anzeigeabschnitts 6502a zurückgeklappt, und eine FPC 6515 ist mit dem zurückgeklappten Teil verbunden. Eine IC 6516 ist auf der FPC 6515 montiert. Die FPC 6515 ist an einen Anschluss angeschlossen, der auf der gedruckten Leiterplatte 6517 bereitgestellt ist.

**[0192]** Ein flexibles Display kann auf das Anzeigefeld 6511 angewendet werden. Für ein flexibles Display wird eine Vielzahl von Licht emittierenden Elementen verwendet, die aus einer Vielzahl von flexiblen Filmen bestehen und in einer Matrix angeordneten sind. Als Licht emittierendes Element wird vorzugsweise ein EL-Element (auch als EL-Vorrichtung bezeichnet), wie z. B. OLED oder QLED, verwendet. Als Licht emittierende Substanz in dem EL-Element werden eine Fluoreszenzlicht emittierende Substanz (ein fluoreszierendes Material), eine Phosphoreszenzlicht emittierende Substanz (ein phosphoreszierendes Material), eine anorganische Verbindung (wie z. B. ein Quantenpunktmaterial), eine eine thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz darstellende Substanz (ein thermisch aktiviertes, verzögert fluoreszierendes (thermally activated delayed fluorescence, TADF-) Material) und dergleichen angegeben. Ferner kann als Licht emittierendes Element eine LED, wie z. B. eine Mikro-LED, verwendet werden.

**[0193]** Die Verwendung eines flexiblen Displays ermöglicht, dass das Anzeigefeld 6511 an einer Position bereitgestellt wird, die sich mit dem ersten Gehäuse 6501a, dem zweiten Gehäuse 6501b und dem Gelenkabschnitt 6519 überlappt, und dass das Anzeigefeld 6511 an dem Gelenkabschnitt 6519 gebogen wird.

**[0194]** Die Verwendung eines flexiblen Displays kann ein sehr leichtes elektronisches Gerät erzielen, bei dem der Innenraum des Gehäuses 6501 (6501 a und 6501b) effektiv genutzt wird. Da die Dicke des Anzeigefeldes 6511 sehr klein ist, kann die erste Batterie 6518a mit hoher Kapazität montiert werden, während die Dicke des elektronischen Geräts gesteuert wird.

**[0195]** Des Weiteren weist, um eine Batterie mit hoher Kapazität zu verwenden, das elektronische Gerät 6500 eine Struktur auf, bei der eine zweite Batterie 6518b innerhalb eines Abdeckungsabschnitts 6520 bereitgestellt wird und die erste Batterie 6518a und die zweite Batterie 6518b elektrisch miteinander verbunden sind, obwohl kein Verbindungsabschnitt dargestellt ist. Für die erste Batterie 6518a und die zweite Batterie 6518b kann die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

**[0196]** Die Verwendung einer flexiblen Batterie ermöglicht, dass die Batterie an einer Position bereitgestellt wird, die sich mit dem ersten Gehäuse 6501a, dem zweiten Gehäuse 6501b und dem Gelenkabschnitt 6519 überlappt, und dass die Batterie an dem Gelenkabschnitt 6519 gebogen wird.

**[0197]** Ein elektronisches Gerät mit einem schmalen Rahmen kann erzielt werden, indem ein Teil des Anzeigefeldes 6511 zurückgeklappt wird, so dass ein Verbindungsabschnitt mit der FPC 6515 auf der Rückseite eines Pixelabschnitts angeordnet wird.

**[0198]** Wenn die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für die erste Batterie 6518a und/oder die zweite Batterie 6518b verwendet wird, kann das elektronische Gerät 6500 eine verringerte Größe und eine ausgezeichnete Tragbarkeit aufweisen, indem ein Teil des elektronischen Geräts 6500 gebogen wird.

**[0199]** **Fig. 15A** ist eine perspektivische Ansicht, die einen Zustand darstellt, in dem ein gestrichelter Abschnitt in **Fig. 14A** gebogen ist. Das elektronische Gerät 6500 kann zusammengeklappt werden, und der erste Anzeigeabschnitt 6502a und die zweite Batterie 6518b können wiederholt gefaltet werden.

**[0200]** In **Fig. 15A** ist der zweite Anzeigeabschnitt 6502b in einem Abschnitt enthalten, der derart erhalten wird, dass der Abdeckungsabschnitt 6520 durch Biegen verschoben ist. Selbst in dem zusammengeklappten Zustand kann der Benutzer eine einfache Zeitanzeige oder eine Mitteilung der Ankunft einer E-Mail in dem zweiten Anzeigeabschnitt 6502b sehen.

**[0201]** **Fig. 15B** stellt einen schematischen Querschnittszustand des Abdeckungsabschnitts in einem gebogenen Zustand des elektronischen Geräts 6500 dar. In **Fig. 15B** ist der Innenraum des Gehäuses 6501 (6501a und 6501 b) der Einfachheit halber nicht dargestellt.

**[0202]** In **Fig. 15B** kann der Gelenkabschnitt 6519 auch als Verbindungsabschnitt bezeichnet werden, und er kann verschiedene Formen aufweisen, ohne auf ein Beispiel für eine Struktur beschränkt zu sein, bei der eine Vielzahl von Säulenteilen miteinander verbunden ist. Insbesondere ist vorzugsweise ein Mechanismus enthalten, der ein derartiges Biegen ermöglicht, bei dem sich der erste Anzeigebereich 6502a und die zweite Batterie 6518b nicht ausdehnen und zusammenziehen.

**[0203]** Wie dargestellt, ist die zweite Batterie 6518b innerhalb des Abdeckungsabschnitts 6520 bereitgestellt; eine Vielzahl von zweiten Batterien 6518b kann auch enthalten sein. Eine Ladesteuerschaltung oder eine drahtlose Ladeschaltung der zweiten Batterie 6518b kann innerhalb des Abdeckungsabschnitts 6520 enthalten sein.

**[0204]** Beispielhaft ist der Abdeckungsabschnitt 6520 teilweise an dem Gehäuse 6501 (6501a und 6501b) befestigt, und ist an einem Abschnitt, der sich mit dem Gelenkabschnitt 6519 überlappt, und einem Abschnitt, der gebogen und verschoben wird und sich mit dem zweiten Anzeigebereich 6502b überlappt, nicht befestigt.

**[0205]** Der Abdeckungsabschnitt 6520 muss nicht notwendigerweise an dem Gehäuse 6501 (6501a und 6501 b) befestigt werden und kann abnehmbar sein. In dem Fall, in dem keine große Kapazität benötigt wird, kann das elektronische Gerät 6500 durch Abnahme des Abdeckungsabschnitts 6520 und Verwendung der ersten Batterie 6518a verwendet werden. Wenn die abgenommene zweite Batterie 6518b geladen wird, kann die erste Batterie 6518a nachgefüllt werden, wenn die zweite Batterie 6518b mit der ersten Batterie 6518a wieder verbunden wird. Daher kann der Abdeckungsabschnitt 6520 auch als mobile Batterie verwendet werden.

**[0206]** Obwohl **Fig. 15A** und **Fig. 15B** ein Beispiel darstellen, in dem das elektronische Gerät derart zusammengeklappt wird, dass sich die Anzeigefläche des ersten Anzeigebereichs 6502a auf der Innenseite befindet, gibt es keine besondere Beschränkung; das elektronische Gerät kann in Abhängigkeit von der Struktur des Gelenkabschnitts 6519 derart zusammengeklappt werden, dass sich die Anzeigefläche des ersten Anzeigebereichs 6502a auf der Außenseite befindet.

**[0207]** Die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine hohe Zuverlässigkeit auf, auch wenn sie wiederholt verformt wird; daher kann die flexible Batterie für ein derartiges zusammenklappbares Gerät (auch als faltbares Gerät bezeichnet) vorteilhaft verwendet werden.

**[0208]** Diese Ausführungsform kann mindestens teilweise in geeigneter Kombination mit beliebigen der in dieser Beschreibung beschriebenen anderen Ausführungsformen implementiert werden.

(Ausführungsform 3)

**[0209]** Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele beschrieben, in denen die Sekundärbatterie 10 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem elektronischen Gerät montiert ist. Beispiele für das elektronische Gerät, in dem die Batterie montiert ist, umfassen ein Fernsehgerät (auch als Fernseher oder Fernsehempfänger bezeichnet), ein Monitor eines Computers und dergleichen, eine Digitalkamera, eine digitale Videokamera, einen Digitalfotorahmen, ein Mobiltelefon (auch als Handy oder Mobiltelefongerät bezeichnet), eine tragbare Spielkonsole, ein tragbares Informationsendgerät, eine Audiowiedergabevorrichtung, einen großen Spielautomaten, wie z. B. einen Pachinko-Automaten, und dergleichen. Beispiele für das tragbare Informationsendgerät umfassen einen Laptop-Personal-Computer, einen Tablet-Computer, einen E-Book-Reader, ein Mobiltelefon und dergleichen.

**[0210]** **Fig. 16A** stellt ein Beispiel für ein Mobiltelefon dar. Ein Mobiltelefon 2100 ist mit einem in einem Gehäuse 2101 eingebauten Anzeigebereich 2102, Bedienknöpfen 2103, einem externen Verbindungsanschluss 2104, einem Lautsprecher 2105, einem Mikrofon 2106 und dergleichen versehen. Es sei angemerkt, dass das Mobiltelefon 2100 eine Batterie 2107 umfasst. Da die Batterie 2107 gebogen werden kann, kann die Batterie 2107 auch in einem biegbaren Bereich des Mobiltelefons 2100 montiert werden.

**[0211]** Das Mobiltelefon 2100 kann verschiedene Applikationen ausführen, beispielsweise das Durchführen von Mobiltelefongesprächen, das Verschicken und Empfangen von E-Mails, das Anzeigen und Bearbeiten von Texten, das Wiedergeben von Musik, Internet-Kommunikation und das Ausführen von Computerspielen.

**[0212]** Der Bedienknopf 2103 kann verschiedene Funktionen aufweisen, wie z. B. das Einstellen der Zeit, Ein-/Ausschalten des Stroms, Ein-/Ausschalten der drahtlosen Kommunikation, Aktivieren und Deaktivieren eines Ruhemodus sowie Aktivieren und Deaktivieren eines Stromsparmodus. Beispielsweise können die Funktionen des Bedienknopfs 2103 beliebig durch ein in dem Mobiltelefon 2100 integriertes Betriebssystem eingestellt werden.

**[0213]** Das Mobiltelefon 2100 ist zur auf einem Kommunikationsstandard basierenden Nahfeldkommunikation geeignet. Beispielsweise ermöglicht eine gegenseitige Kommunikation mit einem für die drahtlose Kommunikation geeigneten Headset Freisprech-Telefonate.

**[0214]** Das Mobiltelefon 2100 umfasst den externen Verbindungsanschluss 2104, und Daten können über einen Anschluss direkt an ein weiteres Informationsendgerät gesendet und von ihm empfangen werden. Eine Ladung kann über den externen Verbindungsanschluss 2104 durchgeführt werden. Es sei angemerkt, dass der Ladevorgang ohne den externen Verbindungsanschluss 2104 durch drahtlose Stromzufuhr durchgeführt werden kann.

**[0215]** Das Mobiltelefon 2100 umfasst vorzugsweise einen Sensor. Als Sensor wird vorzugsweise zum Beispiel ein Sensor für den menschlichen Körper, wie z. B. ein Fingerabdrucksensor, ein Impulssensor oder ein Temperatursensor, ein Berührungssensor, ein druckempfindlicher Sensor, ein Beschleunigungssensor oder dergleichen montiert.

**[0216]** Fig. 16B stellt ein unbemanntes Luftfahrzeug 2300 mit mehreren Rotoren 2302 dar. Das unbemannte Luftfahrzeug 2300 wird in einigen Fällen auch als Drohne bezeichnet. Das unbemannte Luftfahrzeug 2300 umfasst eine Batterie 2301 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine Kamera 2303 und eine Antenne (nicht dargestellt). Das unbemannte Luftfahrzeug 2300 kann mit der Antenne ferngesteuert werden. Die Batterie 2301 kann gebogen werden und kann auch in einem gebogenen Bereich des unbemannten Luftfahrzeug 2300 montiert werden.

**[0217]** Fig. 16C stellt ein Beispiel für einen Roboter dar. Ein Roboter 6400 in Fig. 16C umfasst eine Batterie 6409, einen Beleuchtungsstärkesensor 6401, ein Mikrofon 6402, eine obere Kamera 6403, einen Lautsprecher 6404, einen Anzeigeabschnitt 6405, eine untere Kamera 6406, einen Hindernissensor 6407, einen Bewegungsmechanismus 6408, eine arithmetische Vorrichtung und dergleichen. Die Batterie 6409 kann gebogen werden und kann auch in einem gebogenen Bereich des Roboters 6400 montiert werden.

**[0218]** Das Mikrofon 6402 weist eine Funktion zum Erfassen einer Sprechstimme des Benutzers, eines Umgebungsgeräuschs und dergleichen auf. Der Lautsprecher 6404 weist eine Funktion zum Ausgeben eines Tons auf. Der Roboter 6400 kann das Mikrofon 6402 und den Lautsprecher 6404 verwenden, um mit dem Benutzer zu kommunizieren.

**[0219]** Der Anzeigeabschnitt 6405 weist eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Arten von Informationen auf. Der Roboter 6400 kann auf dem Anzeigeabschnitt 6405 von dem Benutzer gewünschte Informationen anzeigen. Ein Touchscreen kann auf dem Anzeigeabschnitt 6405 montiert sein. Außerdem kann der Anzeigeabschnitt 6405 ein abnehmbares Informationsendgerät sein; wenn der Anzeigeabschnitt 6405 an die Home-Position des Roboters 6400 gestellt wird, können eine Ladung und eine Datenkommunikation durchgeführt werden.

**[0220]** Die obere Kamera 6403 und die untere Kamera 6406 weisen eine Funktion zum Aufnehmen von Bildern der Umgebung des Roboters 6400 auf. Der Hindernissensor 6407 kann ein Hindernis in der Richtung erfassen, in die sich der Roboter 6400 mit dem Bewegungsmechanismus 6408 vorwärtsbewegt. Der Roboter 6400 kann sich sicher bewegen, während er mit der oberen Kamera 6403, der unteren Kamera 6406 und dem Hindernissensor 6407 die Umgebung erkennt.

**[0221]** In einem Innenbereich des Roboters 6400 sind die Batterie 6409 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und eine Halbleitervorrichtung oder eine elektronische Komponente enthalten.

**[0222]** Fig. 16D stellt ein Beispiel für einen Reinigungsroboter dar. Ein Reinigungsroboter 6300 umfasst einen auf einer Oberseite eines Gehäuses 6301 angeordneten Anzeigeabschnitt 6302, mehrere auf der Seitenfläche angeordnete Kameras 6303, eine Bürste 6304, einen Bedienknopf 6305, eine Batterie 6306, verschiedene Sensoren und dergleichen. Obwohl nicht dargestellt, ist der Reinigungsroboter 6300 mit Reifen, einer Einlassöffnung und dergleichen versehen. Der Reinigungsroboter 6300 ist selbstfahrend, erfasst Staub

6310 und kann durch die auf der Unterseite bereitgestellte Einlassöffnung den Staub saugen. Die Batterie 6306 kann gebogen werden und kann auch in einem gebogenen Bereich des Reinigungsroboters 6300 montiert werden.

**[0223]** Durch Analysieren der mit den Kameras 6303 aufgenommenen Bilder kann der Reinigungsroboter 6300 beispielsweise bestimmen, ob ein Hindernis, wie z. B. eine Wand, ein Möbelstück oder eine Stufe, vorhanden ist. Wenn ein Gegenstand, der sich in der Bürste 6304 verfangen könnte, wie z. B. ein Stromkabel, durch die Bildanalyse erfasst wird, kann die Umdrehung der Bürste 6304 angehalten werden. In einem Innenbereich des Reinigungsroboters 6300 sind die Batterie 6306 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und eine Halbleitervorrichtung oder eine elektronische Komponente enthalten.

**[0224]** **Fig. 17A** stellt Beispiele für eine tragbare Vorrichtung dar. Für tragbare Vorrichtung wird eine flexible Batterie als Stromquelle verwendet. Um eine verbesserte Spritzfestigkeit, Wasserfestigkeit oder Staubfestigkeit im täglichen Gebrauch oder in der Außenanwendung von einem Benutzer aufzuweisen, wird eine tragbare Vorrichtung gewünscht, die zur Ladung mit und ohne Draht geeignet ist, dessen Verbindungsabschnitt für die Verbindung freigelegt ist.

**[0225]** Beispielsweise kann die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer brillenartigen Vorrichtung 4000 in **Fig. 17A** montiert werden. Die brillenartige Vorrichtung 4000 umfasst einen Rahmen 4000a und einen Anzeigeabschnitt 4000b. Die flexible Batterie wird in einem Bügel des Rahmens 4000a mit einer gekrümmten Form montiert, wodurch die brillenartige Vorrichtung 4000 leicht sein kann, eine ausgeglichene Gewichtsverteilung aufweisen kann und kontinuierlich für lange Zeit verwendet werden kann. Die flexible Batterie kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0226]** Die Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in einer Headset-Vorrichtung 4001 montiert werden. Die Headset-Vorrichtung 4001 umfasst mindestens einen Mikrofonabschnitt 4001a, einen flexiblen Bügel 4001b und einen Ohrhörerabschnitt 4001c. Die Batterie kann in dem flexiblen Bügel 4001b oder dem Ohrhörerabschnitt 4001c bereitgestellt werden. Die Batterie kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0227]** Die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in einer direkt an einem Körper zu befestigenden Vorrichtung 4002 montiert werden. Eine flexible Batterie 4002b kann in einem dünnen Gehäuse 4002a der Vorrichtung 4002 bereitgestellt werden. Die flexible Batterie kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0228]** Die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in einer an der Kleidung zu befestigenden Vorrichtung 4003 montiert werden. Eine flexible Batterie 4003b kann in einem dünnen Gehäuse 4003a der Vorrichtung 4003 bereitgestellt werden. Die flexible Batterie kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0229]** Die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in einer gürtelartigen Vorrichtung 4006 montiert werden. Die gürtelartige Vorrichtung 4006 umfasst einen Gürtelabschnitt 4006a und einen drahtlosen Stromeinspeisungs- und Empfangsabschnitt 4006b, und die flexible Batterie kann in dem Innenbereich des Gürtelabschnitts 4006a bereitgestellt werden. Die flexible Batterie kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0230]** Die flexible Batterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in einer armbanduhrtartigen Vorrichtung 4005 montiert werden. Die armbanduhrtartige Vorrichtung 4005 umfasst einen Anzeigeabschnitt 4005a und einen Gürtelabschnitt 4005b, und die flexible Batterie kann in dem Anzeigeabschnitt 4005a oder dem Gürtelabschnitt 4005b bereitgestellt werden. Die flexible Batterie kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0231]** Der Anzeigeabschnitt 4005a kann verschiedene Arten von Informationen, wie z. B. die Zeit und Empfangsinformationen einer E-Mail oder eines eingehenden Anrufs, anzeigen.

**[0232]** Außerdem ist die armbanduhrtartige Vorrichtung 4005 eine direkt um einen Arm gewickelte tragbare Vorrichtung; daher kann ein den Puls, den Blutdruck oder dergleichen des Benutzers messender Sensor dort montiert werden. Daten über die Aktivitätsmenge und den Gesundheitszustand des Benutzers können gespeichert werden, um zur Gesunderhaltung genutzt zu werden.

**[0233]** Fig. 17B ist eine perspektivische Ansicht der armbanduhrartigen Vorrichtung 4005, die von einem Arm abgenommen worden ist.

**[0234]** Fig. 17C ist eine Seitenansicht. Fig. 17C stellt einen Zustand dar, in dem eine flexible Batterie 913 in einem Innenbereich eingebaut ist. Die flexible Batterie 913 überlappt sich mit dem Anzeigeabschnitt 4005a, wobei diese eine hohe Dichte und eine hohe Kapazität aufweisen kann und klein und leicht ist. Die flexible Batterie 913 kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0235]** Fig. 17D stellt ein Beispiel für drahtlose Ohrhörer dar. Hierbei werden die drahtlosen Ohrhörer mit einem Paar von Hauptkörpern 4100a und 4100b dargestellt; jedoch ist ein Paar von Hauptkörpern nicht immer nötig.

**[0236]** Die Hauptkörper 4100a und 4100b umfassen eine Treibereinheit 4101, eine Antenne 4102 und eine flexible Batterie 4103. Die Hauptkörper 4100a und 4100b können auch einen Anzeigeabschnitt 4104 umfassen. Außerdem umfassen die Hauptkörper 4100a und 4100b vorzugsweise ein Substrat, über dem eine Schaltung, wie z. B. eine drahtlose IC, bereitgestellt ist, einen Anschluss zur Ladung und dergleichen. Die Hauptkörper 4100a und 4100b können auch ein Mikrofon umfassen. Die flexible Batterie 4103 kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0237]** Ein Etui 4110 umfasst eine flexible Batterie 4111. Außerdem umfasst das Etui 4110 vorzugsweise ein Substrat, über dem eine Schaltung, wie z. B. eine drahtlose IC oder eine Ladesteuerungs-IC, bereitgestellt ist, und einen Anschluss zur Ladung. Das Etui 4110 kann auch einen Anzeigeabschnitt, einen Knopf und dergleichen aufweisen. Die flexible Batterie 4111 kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0238]** Die Hauptkörper 4100a und 4100b können drahtlos mit einem anderen elektronischen Gerät, wie z. B. einem Smartphone, kommunizieren. Somit können von einem anderen elektronischen Gerät übertragene Tondaten und dergleichen durch die Hauptkörper 4100a und 4100b wiedergegeben werden. Wenn die Hauptkörper 4100a und 4100b ein Mikrofon umfassen, wird von dem Mikrofon aufgenommener Ton auf ein anderes elektronisches Gerät übertragen, und durch Verarbeitung mit dem elektronischen Gerät erhaltene Tondaten können auf die Hauptkörper 4100a und 4100b übertragen werden und durch sie wiedergegeben werden. Somit können die Ohrhörer beispielsweise als Übersetzer verwendet werden.

**[0239]** Die in dem Hauptkörper 4100a enthaltene flexible Batterie 4103 kann mit der in dem Etui 4110 enthaltenen flexiblen Batterie 4111 geladen werden. Die flexible Batterie 4111 und die flexible Batterie 4103 können gebogen werden und können auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0240]** Fig. 18A bis Fig. 18C stellen Beispiele für eine brillenartige Vorrichtung dar, die sich von den vorstehenden unterscheidet. Fig. 18A ist eine perspektivische Ansicht einer brillenartigen Vorrichtung 5000.

**[0241]** Die brillenartige Vorrichtung 5000 dient als sogenanntes tragbares Informationsendgerät und kann verschiedene Programme ausführen und verschiedene Inhalte wiedergeben, wenn sie mit dem Internet verbunden wird. Beispielsweise weist die brillenartige Vorrichtung 5000 eine Funktion zum Anzeigen von Inhalten der erweiterten Realität in dem AR-Modus auf. Die brillenartige Vorrichtung 5000 kann auch eine Funktion zum Anzeigen von Inhalten der virtuellen Realität in dem VR-Modus aufweisen. Es sei angemerkt, dass die brillenartige Vorrichtung 5000 eine Funktion zum Anzeigen von, zusätzlich zu AR- und VR-Inhalten, Inhalten der Ersatz-Realität (substitutional reality, SR) oder der gemischten Realität (mixed reality, MR) aufweisen kann.

**[0242]** Die brillenartige Vorrichtung 5000 umfasst ein Gehäuse 5001, ein optisches Bauelement 5004, ein Befestigungszeug 5005, einen Lichtabschirmungsabschnitt 5007, einen Ohrhörer 5008 und dergleichen. Das Gehäuse 5001 weist vorzugsweise eine röhrenartige Form auf. Die brillenartige Vorrichtung 5000 kann bevorzugt am Kopf des Benutzers befestigt werden. Das Gehäuse 5001 der brillenartigen Vorrichtung 5000 wird bevorzugter an einem Abschnitt oberhalb der Umfangslinie des Kopfes des Benutzers befestigt, die durch die Augenbrauen und die Ohren verläuft. Indem das Gehäuse 5001 eine Form aufweist, bei der die Röhre entlang dem Kopf des Benutzers gekrümmt wird, kann die brillenartige Vorrichtung 5000 besser befestigt werden. Das Gehäuse 5001 wird an dem optischen Bauelement 5004 befestigt. Das optische Bauelement 5004 wird durch den Lichtabschirmungsabschnitt 5007 oder das Gehäuse 5001 an dem Befestigungszeug 5005 befestigt.

**[0243]** Die brillenartige Vorrichtung 5000 umfasst eine Anzeigevorrichtung 5021, eine reflektierende Platte 5022, eine flexible Batterie 5024 und einen Systemabschnitt. Die Anzeigevorrichtung 5021, die reflektierende Platte 5022, die flexible Batterie 5024 und der Systemabschnitt werden jeweils vorzugsweise innerhalb des Gehäuses 5001 bereitgestellt. In dem Systemabschnitt können ein Steuerabschnitt, ein Speicherabschnitt, ein Kommunikationsabschnitt, ein Sensor und dergleichen, welche in der brillenartigen Vorrichtung 5000 enthalten sind, bereitgestellt werden. In dem Systemabschnitt werden vorzugsweise eine Ladeschaltung, eine Stromversorgungsschaltung und dergleichen bereitgestellt. Die flexible Batterie 5024 kann gebogen werden und kann auch in einem gekrümmten Abschnitt montiert werden.

**[0244]** Fig. 18B stellt jeweilige Abschnitte der brillenartigen Vorrichtung 5000 in Fig. 18A dar. Fig. 18B ist eine schematische Darstellung der Details der jeweiligen Abschnitte der brillenartigen Vorrichtung 5000 in Fig. 18A.

**[0245]** Bei der brillenartigen Vorrichtung 5000 in Fig. 18B sind entlang und in dem röhrenartigen Gehäuse 5001 die flexible Batterie 5024, ein Systemabschnitt 5026 und ein Systemabschnitt 5027 bereitgestellt. Ein Systemabschnitt 5025 ist entlang der flexiblen Batterie 5024 und dergleichen bereitgestellt.

**[0246]** Das Gehäuse 5001 weist vorzugsweise eine Form einer gekrümmten Röhre auf. Wenn die flexible Batterie 5024 entlang der gekrümmten Röhre bereitgestellt wird, kann die flexible Batterie 5024 in dem Gehäuse 5001 effizient angeordnet werden, so dass ein Innenraum des Gehäuses 5001 effizient verwendet werden kann, wodurch das Volumen der flexiblen Batterie 5024 in einigen Fällen erhöht werden kann.

**[0247]** Das Gehäuse 5001 weist beispielsweise eine röhrenartige Form auf und weist eine Form auf, bei der die Achse der Röhre z. B. entlang einem Teil einer im Wesentlichen elliptischen Form liegt. Ein Querschnitt der Röhre ist vorzugsweise zum Beispiel eine im Wesentlichen elliptische Form. Alternativ weist ein Teil eines Querschnitts der Röhre vorzugsweise z. B. einen Teil einer elliptischen Form auf. Insbesondere befindet sich in dem Fall, in dem die brillenartige Vorrichtung 5000 am Kopf befestigt wird, ein Abschnitt, der einen Teil der elliptischen Form in dem Querschnitt umfasst, beim Befestigen vorzugsweise auf der Seite des Kopfes. Jedoch ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann ein Abschnitt enthalten sein, in dem ein Teil eines Querschnitts der Röhre eine polygonale Form (z. B. eine dreieckige Form, eine viereckige Form oder eine fünfeckige Form) aufweist.

**[0248]** Das Gehäuse 5001 wird beispielsweise derart ausgebildet, dass es entlang der Stirn des Benutzers gekrümmt wird. Das Gehäuse 5001 wird beispielsweise entlang der Stirn angeordnet.

**[0249]** Das Gehäuse 5001 kann zwei oder mehr Hüllen in Kombination umfassen. Beispielsweise können eine obere Hülle und eine untere Hülle kombiniert werden. Alternativ können eine Hülle auf einer Innenseite (einer Seite, die an dem Benutzer befestigt wird) und eine Hülle auf einer Außenseite kombiniert werden. Alternativ können drei oder mehr Hüllen kombiniert werden.

**[0250]** In dem Gehäuse 5001 kann eine Elektrode in einem Abschnitt in Kontakt mit der Stirn bereitgestellt werden und durch die Elektrode können Gehirnwellen gemessen werden. Alternativ kann eine Elektrode in einem Abschnitt in Kontakt mit der Stirn bereitgestellt werden, so dass Informationen, wie z. B. Schweiß des Benutzers, durch die Elektrode gemessen werden.

**[0251]** Eine Vielzahl der flexiblen Batterien 5024 kann innerhalb des Gehäuses 5001 angeordnet werden.

**[0252]** Die flexible Batterie 5024 kann eine Form entlang der gekrümmten Röhre aufweisen, was vorzuziehen ist. Da die flexible Batterie eine Flexibilität aufweist, kann der Freiheitsgrad bei der Anordnung innerhalb des Gehäuses erhöht werden. Die flexible Batterie 5024, der Systemabschnitt und dergleichen werden innerhalb des röhrenartigen Gehäuses angeordnet. Der Systemabschnitt wird beispielsweise über einer Vielzahl von Leiterplatten ausgebildet. Die Vielzahl von Leiterplatten und die flexible Batterie werden mit einem Anschluss, einer Leitung und dergleichen verbunden. Wenn die flexible Batterie eine Flexibilität aufweist, kann die flexible Batterie in einem anderen Bereich als dem Bereich des Anschlusses, der Leitung und dergleichen angeordnet werden.

**[0253]** Es sei angemerkt, dass die flexible Batterie 5024 zusätzlich zu dem Innenraum des Gehäuses 5001 beispielsweise in dem Innenraum des Befestigungszeugs 5005 bereitgestellt werden kann.

**[0254]** Fig. 19A bis Fig. 19C stellen ein Beispiel für eine am Kopf getragene Vorrichtung dar. Fig. 19A und Fig. 19B stellen eine am Kopf getragene Vorrichtung 5100 dar, die ein bandartiges Befestigungszeug 5105 umfasst, und die am Kopf getragene Vorrichtung 5100 ist über ein Kabel 5120 mit einem Endgerät 5150 in Fig. 19C verbunden.

**[0255]** Fig. 19A stellt einen Zustand dar, in dem ein erster Abschnitt 5102 geschlossen ist, und Fig. 19B stellt einen Zustand dar, in dem der erste Abschnitt 5102 geöffnet ist. Der erste Abschnitt 5102 bedeckt in dem geschlossenen Zustand nicht nur die Vorderseite, sondern auch die Seitenfläche des Gesichts. Dies kann von der Sicht des Benutzers Außenlicht blockieren, was einen realistischen Eindruck und ein Immersionsgefühl erhöhen kann. Beispielsweise kann in Abhängigkeit von den angezeigten Inhalten das Furchtgefühl des Benutzers erhöht werden.

**[0256]** Bei dem elektronischen Gerät in Fig. 19A und Fig. 19B weist das Befestigungszeug 5105 eine Bandform auf. Dementsprechend verschiebt sich das elektronische Gerät weniger wahrscheinlich als bei der Struktur in Fig. 19A und dergleichen; daher ist das elektronische Gerät für Inhalte mit einer relativ großen Bewegungsmenge, wie z. B. Attraktion, geeignet.

**[0257]** Eine flexible Batterie 5107 oder dergleichen kann auf einer Seite des Hinterhaupts des Befestigungszeugs 5105 eingebaut werden. Indem das Gewicht des Gehäuses 5101 auf einer Seite des Vorderhaupts und das Gewicht der flexiblen Batterie 5107 auf der Seite des Hinterhaupts ausbalanciert werden, kann der Schwerpunkt der am Kopf getragenen Vorrichtung 5100 reguliert werden, wodurch die am Kopf getragene Vorrichtung 5100 besser befestigt werden kann.

**[0258]** Eine flexible Batterie 5108 mit einer Flexibilität kann innerhalb des bandartigen Befestigungszeugs 5105 angeordnet werden. In dem Beispiel in Fig. 19A sind zwei flexible Batterien 5108 innerhalb des Befestigungszeugs 5105 angeordnet. Durch die Verwendung der flexiblen Batterie mit einer Flexibilität kann die Batterie eine Form entlang der gekrümmten bandartigen Form aufweisen, was vorzuziehen ist.

**[0259]** Das Befestigungszeug 5105 umfasst einen Abschnitt 5106, der die Stirn oder das Vorderhaupt des Benutzers bedeckt. Indem der Abschnitt 5106 enthalten ist, kann sich das elektronische Gerät noch weniger wahrscheinlich verschieben. Eine Elektrode kann in dem Abschnitt 5106 oder in einem Abschnitt in Kontakt mit der Stirn des Gehäuses 5101 bereitgestellt werden, so dass durch die Elektrode Gehirnwellen gemessen werden können.

**[0260]** Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen implementiert werden.

(Ausführungsform 4)

**[0261]** Bei dieser Ausführungsform werden Anwendungsbeispiele der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von Fig. 20 bis Fig. 24 beschrieben.

[Fahrzeug]

**[0262]** Zuerst wird ein Beispiel dargestellt, in dem die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf ein Elektrofahrzeug (EV) angewandt wird.

**[0263]** Fig. 20C ist ein Blockdiagramm eines Fahrzeugs mit einem Motor. Das Elektrofahrzeug ist mit ersten Batterien 1301a und 1301b als Sekundärbatterien für Hauptantrieb und einer zweiten Batterie 1311 versehen, die einem Inverter 1312 zum Starten eines Motors 1304 Strom zuführt. Die zweite Batterie 1311 wird auch als Starthilfebatterie oder Starterbatterie bezeichnet. Die zweite Batterie 1311 muss insbesondere nur eine hohe Ausgabeleistung gewährleisten und muss nicht notwendigerweise eine hohe Kapazität aufweisen, und die Kapazität der zweiten Batterie 1311 ist vergleichsweise niedriger als diejenige der ersten Batterien 1301a und 1301b.

**[0264]** Beispielsweise kann für die erste Batterie 1301a und/oder die erste Batterie 1301b die Sekundärbatterie, die durch das Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wird, verwendet werden.

**[0265]** Obwohl bei dieser Ausführungsform ein Beispiel beschrieben wird, in dem die zwei ersten Batterien 1301a und 1301b parallel zueinander geschaltet sind, können drei oder mehr Batterien parallel zueinander geschaltet werden. Wenn die erste Batterie 1301a ausreichende elektrische Energie speichern kann, kann die erste Batterie 1301b weggelassen werden. Durch Bildung eines Batteriepacks aus mehreren Sekundärbatterien kann eine große elektrische Energie extrahiert werden. Die mehreren Sekundärbatterien können entweder parallel oder in Reihe geschaltet werden, oder sie können in Reihe geschaltet werden, nachdem sie parallel geschaltet worden sind. Mehrere Sekundärbatterien können kollektiv als zusammengesetzte Batterie bezeichnet werden.

**[0266]** Eine in dem Fahrzeug eingebaute Sekundärbatterie umfasst einen Servicestecker oder einen Leistungsschalter, der eine Hochspannung ohne Verwendung eines Werkzeugs abschalten kann, um elektrische Energie aus mehreren Sekundärbatterien abzuschalten, wobei die erste Batterie 1301a mit einem solchen Servicestecker oder einem Leistungsschalter versehen ist.

**[0267]** Die elektrische Energie aus den ersten Batterien 1301a und 1301b wird hauptsächlich zum Antreiben des Motors 1304 verwendet, jedoch wird sie auch über eine Gleichstromschaltung 1306 in dem Fahrzeug eingebauten 42-V- (Hochspannungs-) Komponenten (wie z. B. einer elektrischen Servolenkung 1307, einer Heizung 1308 und einer Heckscheibenheizung 1309) zugeführt. In dem Fall, in dem es einen Heckmotor 1317 für die Hinterräder gibt, wird ebenfalls die erste Batterie 1301a zum Antreiben des Heckmotors 1317 verwendet.

**[0268]** Die zweite Batterie 1311 führt über eine Gleichstromschaltung 1310 in dem Fahrzeug eingebauten 14-V- (Niederspannungs-) Komponenten (wie z. B. einer Audioanlage 1313, elektrischen Fensterhebern 1314 und Lampen 1315) elektrische Energie zu.

**[0269]** Die erste Batterie 1301a wird anhand von **Fig. 20A** beschrieben. Bei der Innenstruktur der ersten Batterie 1301a kann es sich um den in **Fig. 1A** und dergleichen dargestellten geschichteten Typ oder den in **Fig. 9** und dergleichen dargestellten gewickelten Typ handeln.

**[0270]** **Fig. 20A** stellt ein Beispiel dar, in dem neun rechteckige Sekundärbatterien 1300 einen Batteriepack 1415 bilden. Die neun rechteckigen Sekundärbatterien 1300 sind in Reihe geschaltet, wobei eine Elektrode jeder Batterie durch einen von einem Isolator gebildeten Befestigungsabschnitt 1413 befestigt wird und die andere Elektrode jeder Batterie durch einen von einem Isolator gebildeten Befestigungsabschnitt 1414 befestigt wird. Obwohl bei dieser Ausführungsform das Beispiel beschrieben wird, in dem die Sekundärbatterien durch die Befestigungsabschnitte 1413 und 1414 befestigt sind, können sie in einer Batteriebehälterbox (auch als Gehäuse bezeichnet) untergebracht werden. Da es angenommen wird, dass das Fahrzeug Vibrationen oder Erschütterungen von außen (z. B. einer Fahrbahn) ausgesetzt ist, sind die mehreren Sekundärbatterien vorzugsweise durch die Befestigungsabschnitte 1413 und 1414, eine Batteriebehälterbox oder dergleichen befestigt. Des Weiteren ist die eine Elektrode jeder Batterie über eine Leitung 1421 elektrisch mit einem Steuerschaltungsabschnitt 1320 verbunden. Die andere Elektrode jeder Batterie ist elektrisch mit dem Steuerschaltungsabschnitt 1320 über eine Leitung 1422 verbunden.

**[0271]** Für den Steuerschaltungsabschnitt 1320 kann eine Speicherschaltung verwendet werden, die einen Transistor umfasst, bei dem ein Oxidhalbleiter verwendet wird. Eine Ladungssteuerschaltung oder ein Batteriesteuersystem mit einer Speicherschaltung, die einen Transistor umfasst, bei dem ein Oxidhalbleiter verwendet wird, kann als Batteriebetriebssystem oder Batterie-Oxidhalbleiter (battery operating system bzw. battery oxide semiconductor, BTOS) bezeichnet werden.

**[0272]** Der Steuerschaltungsabschnitt 1320 erfasst eine Anschlussspannung der Sekundärbatterien und steuert den Lade- und Entladezustand der Sekundärbatterien. Beispielsweise kann, um die Überladung zu verhindern, der Steuerschaltungsabschnitt 1320 einen Ausgabetransistor einer Ladeschaltung und einen Unterbrechungsschalter im Wesentlichen gleichzeitig abschalten.

**[0273]** **Fig. 20B** stellt ein Beispiel für ein Blockschema des Batteriepacks 1415 in **Fig. 20A** dar.

**[0274]** Der Steuerschaltungsabschnitt 1320 umfasst einen Schalterabschnitt 1324, der mindestens einen Schalter zur Verhinderung der Überladung und einen Schalter zur Verhinderung der Überentladung umfasst, eine Steuerschaltung 1322 zur Steuerung des Schalterabschnitts 1324 und einen Abschnitt zur Messung der Spannung der ersten Batterie 1301a. Der Steuerschaltungsabschnitt 1320 wird derart eingestellt, dass er eine obere Grenzspannung und eine untere Grenzspannung der verwendeten Sekundärbatterie aufweist,

und legt die obere Grenze eines Stroms von außen, die obere Grenze eines Ausgangsstroms nach außen und dergleichen fest. Der Bereich von der unteren Grenzspannung zu der oberen Grenzspannung der Sekundärbatterie liegt innerhalb des empfohlenen Spannungsbereichs, wobei der Schalterabschnitt 1324, wenn eine Spannung außerhalb dieses Bereichs liegt, aktiviert wird, wodurch er als Schutzschaltung dient. Der Steuerschaltungsabschnitt 1320 kann auch als Schutzschaltung bezeichnet werden, da er den Schalterabschnitt 1324 steuert, um die Überentladung oder die Überladung zu verhindern. Wenn beispielsweise die Steuerschaltung 1322 eine zur Überladung führende Spannung erfasst, wird der Stromfluss unterbrochen, indem der Schalter in dem Schalterabschnitt 1324 ausgeschaltet wird. Des Weiteren kann eine Funktion zum Unterbrechen des Stromflusses infolge eines Temperaturanstiegs bereitgestellt werden, indem ein PTC-Element in dem Lade- und Entladepfad bereitgestellt wird. Der Steuerschaltungsabschnitt 1320 umfasst einen externen Anschluss 1325 (+IN) und einen externen Anschluss 1326 (-IN).

**[0275]** Der Schalterabschnitt 1324 kann durch Kombination eines n-Kanal-Transistors und/oder eines p-Kanal-Transistors ausgebildet werden. Der Schalterabschnitt 1324 ist nicht darauf beschränkt, einen Schalter mit einem Si-Transistor zu umfassen, bei dem einkristallines Silizium verwendet wird, der Schalterabschnitt 1324 kann unter Verwendung eines Leistungstransistors enthaltend Germanium (Ge), Siliziumgermanium (SiGe), Galliumarsenid (GaAs), Galliumaluminiumarsenid (GaAlAs), Indiumphosphid (InP), Siliziumcarbid (SiC), Zinkselenid (ZnSe), Galliumnitrid (GaN), Galliumoxid (GaO<sub>x</sub>, in dem x eine reelle Zahl von größer als 0 ist) oder dergleichen ausgebildet werden. Ein Speicherelement, bei dem ein OS-Transistor verwendet wird, kann frei angeordnet werden, indem es beispielsweise über einer Schaltung, in der ein Si-Transistor verwendet wird, angeordnet wird; daher kann eine Integration auf einfache Weise erfolgen. Des Weiteren kann ein OS-Transistor mittels einer Herstellungseinrichtung hergestellt werden, die derjenigen für einen Si-Transistor ähnlich ist, und kann daher mit geringen Kosten hergestellt werden. Das heißt, dass der Steuerschaltungsabschnitt 1320, bei dem OS-Transistoren verwendet werden, über dem Schalterabschnitt 1324 angeordnet werden kann, so dass sie in einen einzigen Chip integriert werden können. Da der Platzbedarf des Steuerschaltungsabschnitts 1320 verringert werden kann, ist eine Miniaturisierung möglich.

**[0276]** Die ersten Batterien 1301a und 1301b versorgen hauptsächlich in dem Fahrzeug eingebaute 42-V- (Hochspannungs-) Komponenten mit elektrischer Energie und die zweite Batterie 1311 versorgt in dem Fahrzeug eingebaute 14-V- (Niederspannungs-) Komponenten mit elektrischer Energie. Als zweite Batterie 1311 wird in vielen Fällen ein kostengünstiger Blei-Akkumulator eingesetzt.

**[0277]** Bei dieser Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, in dem Lithiumionen-Sekundärbatterien sowohl für die erste Batterie 1301a als auch für die zweite Batterie 1311 verwendet werden. Als zweite Batterie 1311 kann ein Blei-Akkumulator, eine Festkörperbatterie oder ein elektrischer Doppelschichtkondensator verwendet werden.

**[0278]** Durch Rotation von Reifen 1316 erzeugte regenerative Energie wird über ein Getriebe 1305 auf den Motor 1304 übertragen und von einer Motorsteuerung 1303 oder einer Batteriesteuerung 1302 über den Steuerschaltungsabschnitt 1321 in der zweiten Batterie 1311 gespeichert. Alternativ wird die regenerative Energie von der Batteriesteuerung 1302 über den Steuerschaltungsabschnitt 1320 in der ersten Batterie 1301a gespeichert. Alternativ wird die regenerative Energie von der Batteriesteuerung 1302 über den Steuerschaltungsabschnitt 1320 in der ersten Batterie 1301b gespeichert. Zur effizienten Ladung mit regenerativer Energie sind die ersten Batterien 1301a und 1301b vorzugsweise zur Schnellladung geeignet.

**[0279]** Die Batteriesteuerung 1302 kann die Ladespannung, den Ladestrom und dergleichen der ersten Batterien 1301a und 1301b einstellen. Die Batteriesteuerung 1302 kann Ladebedingungen gemäß Ladeeigenschaften einer verwendeten Sekundärbatterie einstellen, so dass die Schnellladung durchgeführt werden kann.

**[0280]** Obwohl nicht dargestellt, wird dann, wenn das Elektrofahrzeug mit einem externen Ladegerät verbunden wird, ein Stecker des Ladegeräts oder ein Verbindungskabel des Ladegeräts elektrisch mit der Batteriesteuerung 1302 verbunden. Von dem externen Ladegerät zugeführte elektrische Energie wird über die Batteriesteuerung 1302 in den ersten Batterien 1301a und 1301b gespeichert. Einige Ladegeräte verfügen über eine Steuerschaltung und benötigen möglicherweise nicht die Funktion der Batteriesteuerung 1302; um eine Überladung zu verhindern, werden die ersten Batterien 1301a und 1301b vorzugsweise über den Steuerschaltungsabschnitt 1320 geladen. Außerdem kann ein Anschlusskabel oder ein Verbindungskabel eines Ladegeräts mit einer Steuerschaltung versehen sein. Der Steuerschaltungsabschnitt 1320 wird auch als elektronische Steuereinheit (electronic control unit, ECU) bezeichnet. Die ECU ist mit einem in dem Elektrofahrzeug bereitgestellten Controller Area Network (CAN) verbunden. Das CAN gehört zu den seriellen Kom-

munikationsstandards und wird als in dem Fahrzeug eingebautes LAN verwendet. Die ECU umfasst einen Mikrocomputer. Außerdem verwendet die ECU eine CPU oder eine GPU.

**[0281]** Als Nächstes werden Beispiele beschrieben, in denen die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem Fahrzeug, typischerweise in einem Transportfahrzeug, montiert wird.

**[0282]** Indem die Sekundärbatterien einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Fahrzeugen montiert werden, kann die Herstellung von Fahrzeugen mit sauberer Energie der nächsten Generationen, wie z. B. Hybridfahrzeugen (hybrid vehicle, HV), Elektrofahrzeugen (EV) oder Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHV) erzielt werden. Die Sekundärbatterie kann auch in Transportfahrzeugen, wie z. B. landwirtschaftlichen Maschinen, wie Elektrotraktor, Motorfahrrädern einschließlich Fahrrädern mit Motorunterstützung, Motorrädern, Elektrorollstühlen, Elektrokarren, Booten, Schiffen, U-Booten, Flugzeugen, wie z. B. Starrflügelflugzeugen und Drehflügelflugzeugen, Raketen, künstlichen Satelliten, Raumsonden, Planetensonden oder Raumschiffen, montiert werden. Durch das Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine große Sekundärbatterie erhalten werden. Daher kann die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Transportfahrzeugen vorteilhaft verwendet werden.

**[0283]** Fig. 21A bis Fig. 21E zeigen Transportfahrzeuge, in denen die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Ein Automobil 3001 in Fig. 21A ist ein mit der Energie eines Elektromotors laufendes Elektrofahrzeug. Alternativ ist das Automobil 3001 ein wahlweise mit einem Elektromotor oder einem Verbrennungsmotor betreibbares Hybridfahrzeug. In dem Fall, in dem die Sekundärbatterie in dem Fahrzeug montiert wird, wird die Sekundärbatterie an einer oder mehreren Stellen angeordnet. Das Fahrzeug 3001 in Fig. 21A umfasst den Batteriepack 1415 in Fig. 20A. Der Batteriepack 1415 umfasst ein Sekundärbatteriemodul. Außerdem umfasst der Batteriepack 1415 vorzugsweise eine elektrisch mit dem Sekundärbatteriemodul verbundene Ladungssteuervorrichtung. Das Sekundärbatteriemodul umfasst eine oder mehrere Sekundärbatterien.

**[0284]** Des Weiteren kann das Automobil 3001 geladen werden, indem die Sekundärbatterie des Automobils 3001 mit elektrischer Energie aus einer externen Ladeeinrichtung durch ein Plug-in-System, ein kontaktloses Stromversorgungssystem oder dergleichen versorgt wird. Bei der Ladung kann bezüglich des Ladeverfahrens, des Standards eines Anschlusses und dergleichen ein gegebenes Verfahren, wie z. B. CHAdeMO (eingetragenes Warenzeichen) oder Combined Charging System bzw. kombiniertes Ladesystem, nach Bedarf zum Einsatz kommen. Bei dem Ladegerät kann es sich um eine in einer Handelseinrichtung bereitgestellte Ladestation oder eine Haushaltsstromquelle handeln. Beispielsweise kann mittels einer Plug-in-Technik die Sekundärbatterie geladen werden, die in dem Automobil 3001 montiert ist, indem sie mit elektrischer Energie von außen versorgt wird. Die Ladung kann durchgeführt werden, indem ein Wechselstrom durch einen Wandler, wie z. B. einen AC-DC-Wandler, in einen Gleichstrom umgewandelt wird.

**[0285]** Obwohl nicht dargestellt, kann ein Energieempfangsgerät in dem Fahrzeug montiert werden, so dass es mit elektrischer Energie von einem oberirdischen Energieübertragungsgerät auf kontaktlose Weise versorgt und geladen werden kann. Im Falle der kontaktlosen Energieversorgung kann die Ladung nicht nur beim Halten, sondern auch beim Fahren des Fahrzeugs durchgeführt werden, indem ein Energieübertragungsgerät in eine Straße oder eine Außenwand eingebaut wird. Des Weiteren kann ein derartiges kontaktloses Stromversorgungsverfahren benutzt werden, um elektrischen Strom zwischen zwei Fahrzeugen zu übertragen und zu empfangen. Darüber hinaus kann ein Solarpanel an der Außenseite des Fahrzeugs bereitgestellt sein, um beim Halten oder Fahren die Sekundärbatterie zu laden. Für eine derartige kontaktlose Energieversorgung kann ein elektromagnetisches Induktionsverfahren oder ein magnetisches Resonanzverfahren verwendet werden. Ein Solarpanel wird in einigen Fällen als Solarzellenmodul bezeichnet.

**[0286]** Fig. 21B stellt ein großes Transportfahrzeug 3002 mit einem mit Elektrizität gesteuerten Motor als Beispiel für ein Transportfahrzeug dar. Ein Sekundärbatteriemodul des Transportfahrzeugs 3002 umfasst beispielsweise 48 in Reihe geschaltete Zellen, wobei eine Zelleneinheit aus vier Sekundärbatterien mit einer Spannung von 3,5 V oder höher und 4,7 V oder niedriger besteht und die maximale Spannung 170 V beträgt. Ein Batteriepack 3201 weist die gleiche Funktion wie derjenige in Fig. 21A auf, mit Ausnahme der Anzahl von das Sekundärbatteriemodul bildenden Sekundärbatterien und dergleichen; daher wird die Beschreibung weggelassen.

**[0287]** Fig. 21C stellt beispielhaft ein großes Transportfahrzeug 3003 mit einem mit Elektrizität gesteuerten Motor dar. Ein Sekundärbatteriemodul des Transportfahrzeugs 3003 weist beispielsweise 100 oder mehr in Reihe geschaltete Sekundärbatterien mit einer Spannung von 3,5 V oder höher und 4,7 V oder niedriger auf,

wobei die maximale Spannung 600 V beträgt. Daher ist eine Sekundärbatterie mit geringen Schwankungen der Eigenschaften erforderlich. Die Verwendung des Herstellungsverfahrens der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ermöglicht die Herstellung einer Sekundärbatterie mit stabilen Batterieeigenschaften und eine Massenproduktion mit geringen Kosten im Hinblick auf die Ausbeute. Des Weiteren weist ein Batteriepack 3202 die gleiche Funktion wie derjenige in **Fig. 21A** auf, mit Ausnahme der Anzahl von das Sekundärbatteriemodul bildenden Sekundärbatterien und dergleichen; daher wird die Beschreibung weggelassen.

**[0288]** **Fig. 21 D** stellt beispielhaft ein Flugzeug 3004 mit einem Verbrennungsmotor dar. Das Flugzeug 3004 in **Fig. 21D** kann als eine Art des Transportfahrzeugs angesehen werden, da es Räder zu dem Abflug und der Landung umfasst, und umfasst einen eine Ladesteuervorrichtung und ein von mehreren miteinander verbundenen Sekundärbatterien gebildetes Sekundärbatteriemodul umfassenden Batteriepack 3203.

**[0289]** Das Sekundärbatteriemodul des Flugzeugs 3004 weist beispielsweise acht in Reihe geschaltete 4 V-Sekundärbatterien auf, wobei die maximale Spannung 32 V beträgt. Der Batteriepack 3203 weist die gleiche Funktion wie derjenige in **Fig. 21A** auf, mit Ausnahme der Anzahl von das Sekundärbatteriemodul bildenden Sekundärbatterien und dergleichen; daher wird die Beschreibung weggelassen.

**[0290]** **Fig. 21E** stellt beispielhaft ein Transportfahrzeug 3005 zum Gütertransport dar. Das Transportfahrzeug 3005 umfasst einen mit Elektrizität gesteuerten Motor und wird mit elektrischer Energie von das Sekundärbatteriemodul eines Batteriepacks 3204 bildenden Sekundärbatterien versorgt, um verschiedene Arbeiten vorzunehmen. Es ist nicht darauf beschränkt, dass das Transportfahrzeug 3005 von einer Person als Fahrer bestiegen und gelenkt wird, sondern kann das Transportfahrzeug 3005 per CAN-Kommunikation unbemannt gelenkt werden. **Fig. 21E** stellt einen Gabelstapler dar, auf den aber nicht besonders beschränkt ist, ferner kann der Batteriepack mit den Sekundärbatterien einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer per CAN-Kommunikation und dergleichen lenkbaren Industriemaschine, wie z. B. einer automatischen Transportmaschine, einem Arbeitsroboter oder einer kleinen Baumaschine, montiert werden.

**[0291]** **Fig. 22A** stellt ein Beispiel für ein elektrisches Fahrrad dar, für das die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auf das elektrische Fahrrad 3100 in **Fig. 22A** angewendet werden. Eine Energiespeichervorrichtung 3102 in **Fig. 22B** umfasst beispielsweise mehrere Sekundärbatterien und eine Schutzschaltung.

**[0292]** Das elektrische Fahrrad 3100 umfasst die Energiespeichervorrichtung 3102. Die Energiespeichervorrichtung 3102 kann einen einen Fahrer unterstützenden Motor mit elektrischer Energie versorgen. Ferner ist die Energiespeichervorrichtung 3102 tragbar, und **Fig. 22B** stellt einen Zustand dar, in dem die Energiespeichervorrichtung 3102 von dem Fahrrad abmontiert ist. Die Energiespeichervorrichtung 3102 umfasst ferner mehrere darin eingebaute Sekundärbatterien 3101 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, deren verbleibenden Akkustand und dergleichen ein Anzeigeabschnitt 3103 anzeigen kann. Die Energiespeichervorrichtung 3102 umfasst eine zur Ladungssteuerung oder Anomalie-Erkennung für die Sekundärbatterie geeignete Steuerschaltung 3104, wie bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beispielhaft gezeigt. Die Steuerschaltung 3104 ist elektrisch mit einer Positivelektrode und einer Negativelektrode jeder Sekundärbatterie 3101 verbunden. Alternativ kann die Steuerschaltung 3104 mit einer kleinen Festkörpersekundärbatterie versehen sein. Wenn die Steuerschaltung 3104 mit einer kleinen Festkörpersekundärbatterie versehen ist, kann elektrische Energie zugeführt werden, um Daten in einer Speicherschaltung der Steuerschaltung 3104 lange Zeit zu halten.

**[0293]** **Fig. 22C** stellt ein Beispiel für ein Motorrad dar, für das die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Ein Motorroller 3300 in **Fig. 22C** umfasst eine Energiespeichervorrichtung 3302, Seitenspiegel 3301 und Blinker 3303. Die Energiespeichervorrichtung 3302 kann die Blinker 3303 mit Elektrizität versorgen.

**[0294]** Bei dem Motorroller 3300 in **Fig. 22C** kann ferner die Energiespeichervorrichtung 3302 in einem Stauraum unter dem Sitz 3304 untergebracht werden. Die Energiespeichervorrichtung 3302 kann sogar in dem kleinen Stauraum unter dem Sitz 3304 untergebracht werden.

[Gebäude]

**[0295]** Als Nächstes wird anhand von **Fig. 23** ein Beispiel beschrieben, in dem die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an einem Gebäude montiert wird.

**[0296]** Ein Wohnhaus in **Fig. 23A** umfasst eine Energiespeichervorrichtung 2612 mit einer Sekundärbatterie, die unter Verwendung des Herstellungsverfahrens der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stabile Batterieeigenschaften aufweist, und ein Solarpanel 2610. Die Energiespeichervorrichtung 2612 ist über eine Leitung 2611 oder dergleichen elektrisch mit dem Solarpanel 2610 verbunden. Die Energiespeichervorrichtung 2612 kann elektrisch mit einem bodengestützten Ladegerät 2604 verbunden sein. Die Energiespeichervorrichtung 2612 kann mit von dem Solarpanel 2610 erzeugter elektrischer Energie gespeichert werden. Eine Sekundärbatterie eines Fahrzeugs 2603 kann über das Ladegerät 2604 mit in der Energiespeichervorrichtung 2612 gespeicherter elektrischer Energie geladen werden. Die Energiespeichervorrichtung 2612 wird vorzugsweise in einem Fußbodenbereich (unterhalb eines Fußbodens) installiert. Durch Installation in dem Fußbodenbereich kann der Raum über dem Fußboden effektiv genutzt werden. Alternativ kann die Energiespeichervorrichtung 2612 auf dem Fußboden bereitgestellt werden.

**[0297]** Mit in der Energiespeichervorrichtung 2612 gespeicherter elektrischer Energie kann auch andere elektronische Geräte in dem Wohnhaus versorgt werden. Somit können elektronische Geräte unter Verwendung der Energiespeichervorrichtung 2612 als unterbrechungsfreie Energieversorgung verwendet werden, auch wenn keine elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle wegen eines Stromausfalls oder dergleichen zugeführt werden kann.

**[0298]** **Fig. 23B** stellt ein Beispiel für die Energiespeichervorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Wie in **Fig. 23B** dargestellt, ist in einem Fußbodenbereich 796 eines Gebäudes 799 eine große Energiespeichervorrichtung 791 angeordnet, die durch das Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten wird.

**[0299]** Die Energiespeichervorrichtung 791 ist mit einer Steuervorrichtung 790 versehen und die Steuervorrichtung 790 ist über Leitungen elektrisch mit einer Verteilertafel 703, einer Energiespeichersteuerung (auch als Steuervorrichtung bezeichnet) 705, einem Indikator 706 und einem Router 709 verbunden.

**[0300]** Elektrische Energie wird von einer gewerblichen Stromquelle 701 über einen Betriebskabel-Montageabschnitt 710 auf die Verteilertafel 703 übertragen. Außerdem wird elektrische Energie von der Energiespeichervorrichtung 791 und der gewerblichen Stromquelle 701 auf die Verteilertafel 703 übertragen, und die Verteilertafel 703 versorgt eine allgemeine Last 707 und eine Energiespeicherlast 708 über Steckdosen (nicht dargestellt) mit der übertragenen elektrischen Energie.

**[0301]** Die allgemeine Last 707 ist beispielsweise ein elektrisches Gerät, wie z. B. ein Fernseher oder ein Personal-Computer, und die Energiespeicherlast 708 ist beispielsweise ein elektrisches Gerät, wie z. B. eine Mikrowelle, ein Kühlschrank oder eine Klimaanlage.

**[0302]** Die Energiespeichersteuerung 705 umfasst einen Messabschnitt 711, einen Vorhersageabschnitt 712 und einen Planungsabschnitt 713. Der Messabschnitt 711 weist eine Funktion zur Messung der Menge an elektrischer Energie auf, die von der allgemeinen Last 707 und der Energiespeicherlast 708 während eines Tages (z. B. von 0 Uhr bis 24 Uhr) verbraucht wird. Der Messabschnitt 711 kann auch eine Funktion zur Messung der Menge an elektrischer Energie der Energiespeichervorrichtung 791 und der Menge an elektrischer Energie aufweisen, die von der gewerblichen Stromquelle 701 zugeführt wird. Der Vorhersageabschnitt 712 weist eine Funktion zur Vorhersage der Nachfrage nach elektrischer Energie, die von der allgemeinen Last 707 und der Energiespeicherlast 708 während des nächsten Tages verbraucht wird, auf Basis der Menge an elektrischer Energie auf, die von der allgemeinen Last 707 und der Energiespeicherlast 708 während eines bestimmten Tages verbraucht wird. Der Planungsabschnitt 713 weist eine Funktion zur Erstellung eines Lade- und Entladeplans der Energiespeichervorrichtung 791 auf Basis der Nachfrage nach elektrischer Energie auf, die von dem Vorhersageabschnitt 712 vorhergesagt wird.

**[0303]** Der Indikator 706 kann die Menge an elektrischer Energie zeigen, die von der allgemeinen Last 707 und der Energiespeicherlast 708 verbraucht wird und durch den Messabschnitt 711 gemessen wird. Über den Router 709 kann man die Menge an elektrischer Energie auch mit einem elektrischen Gerät, wie z. B. einem Fernseher oder einem Personal-Computer, überprüfen. Über den Router 709 kann man ferner diese Information auch mit einem tragbaren elektronischen Endgerät, wie z. B. einem Smartphone oder einem Tab-

let-Computer, überprüfen. Ferner kann mit dem Indikator 706, dem elektrischen Gerät und dem tragbaren elektronischen Endgerät auch die Nachfrage nach elektrischer Energie in Abhängigkeit von einem Zeitraum (oder pro Stunde) überprüft werden, die von dem Vorhersageabschnitt 712 vorhergesagt wird.

**[0304]** Fig. 24A stellt einen künstlichen Satelliten 6800 als Beispiel für eine Einrichtung für den Weltraum dar. Der künstliche Satellit 6800 umfasst einen Körper 6801, ein Solarpanel 6802, eine Antenne 6803 und eine Sekundärbatterie 6805. Ein Solarpanel wird in einigen Fällen als Solarzellenmodul bezeichnet.

**[0305]** Wenn das Solarpanel 6802 mit Sonnenlicht bestrahlt wird, wird zum Betreiben des künstlichen Satelliten 6800 benötigte elektrische Energie erzeugt. Jedoch ist beispielsweise in der Lage, in der das Solarpanel nicht mit Sonnenlicht bestrahlt wird, oder in der Lage, in der die Menge an Sonnenlicht, mit dem das Solarpanel bestrahlt wird, klein ist, die Menge an der erzeugten elektrischen Energie klein. Infolgedessen könnte eine zum Betreiben des künstlichen Satelliten 6800 benötigte Menge an elektrischer Energie nicht erzeugt werden. Um den künstlichen Satelliten 6800 auch mit einer kleinen Menge an erzeugter elektrischer Energie zu betreiben, ist der künstliche Satellit 6800 vorzugsweise mit der Sekundärbatterie 6805 versehen.

**[0306]** Der künstliche Satellit 6800 kann ein Signal erzeugen. Das Signal wird über die Antenne 6803 übertragen und kann beispielsweise von einem bodengestützten Empfänger oder einem weiteren künstlichen Satelliten empfangen werden. Wenn das von dem künstlichen Satelliten 6800 übertragene Signal empfangen wird, kann die Position eines das Signal empfangenden Empfängers gemessen werden. Daher kann der künstliche Satellit 6800 beispielsweise ein Satellitenpositioniersystem bilden.

**[0307]** Alternativ kann der künstliche Satellit 6800 einen Sensor umfassen. Beispielsweise kann mit einer Struktur mit einem Sensor für sichtbares Licht der künstliche Satellit 6800 eine Funktion zur Erfassung von von einem bodengestützten Objekt reflektiertem Sonnenlicht aufweisen. Alternativ kann mit einer Struktur mit einem thermischen Infrarotsensor der künstliche Satellit 6800 eine Funktion zur Erfassung von von der Oberfläche der Erde emittierten thermischen Infrarotstrahlen aufweisen. Daher kann der künstliche Satellit 6800 beispielsweise als Erdbeobachtungssatellit dienen.

**[0308]** Fig. 24B stellt als Beispiel für eine Einrichtung für den Weltraum eine Sonde 6900 mit einem Sonnensegel (auch als Solarsegel bezeichnet) dar. Die Sonde 6900 umfasst einen Körper 6901, ein Sonnensegel 6902 und eine Sekundärbatterie 6905. Wenn Photonen, die von der Sonne emittiert werden, die Oberfläche des Sonnensegels 6902 stoßen, wird dessen Impuls auf das Sonnensegel 6902 übertragen. Deswegen weist die Oberfläche des Sonnensegels 6902 vorzugsweise einen Dünnsfilm mit einem hohen Reflexionsgrad auf, und des Weiteren ist die Oberfläche des Sonnensegels 6902 vorzugsweise der Sonne zugewandt.

**[0309]** Das Sonnensegel 6902 ist in einem klein gefalteten Zustand, bis die Sonde 6900 aus der Erdatmosphäre hinausfliegt, und wird außerhalb der Erdatmosphäre (in dem Weltraum) derart abgewickelt, dass es eine Form eines großen dünnen Blatts aufweist, wie in Fig. 24B dargestellt. Daher wird vorzugsweise die biegbare Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Sekundärbatterie 6905 verwendet, die in dem Sonnensegel 6902 montiert ist.

**[0310]** Fig. 24C stellt ein Raumschiff 6910 als Beispiel für eine Einrichtung für den Weltraum dar. Das Raumschiff 6910 umfasst einen Körper 6911, ein Solarpanel 6912 und eine Sekundärbatterie 6913. Als Sekundärbatterie 6913 kann die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Der Körper 6911 kann beispielsweise eine Druckkabine und eine Nicht-Druckkabine umfassen. Die Besatzung kann in die Druckkabine einsteigen. Die Sekundärbatterie 6913 kann mit elektrischer Energie geladen werden, die erzeugt wird, indem das Solarpanel 6912 mit Sonnenstrahlen bestrahlt wird. Es sei angemerkt, dass das Solarpanel 6912 und die Sekundärbatterie 6913 jeweils eine Flexibilität aufweisen können. Im Falle der Verwendung des flexiblen Solarpanels 6912 kann das Solarpanel 6912 in einer gekrümmten Form an einer äußeren Oberfläche des Körpers 6911 bereitgestellt werden, was vorzuziehen ist. Im Falle der Verwendung der flexiblen Sekundärbatterie 6913 kann die Sekundärbatterie 6913 in einer gekrümmten Form auf der Innenseite des Solarpanels 6912 (auf der Innenseite des Körpers 6911) bereitgestellt werden, was vorzuziehen ist. Als flexible Sekundärbatterie 6913 kann die in Fig. 1 und dergleichen dargestellte flexible Sekundärbatterie 10 verwendet werden.

**[0311]** Fig. 24D stellt einen Rover 6920 als Beispiel für eine Einrichtung für den Weltraum dar. Der Rover 6920 umfasst einen Körper 6921 und eine Sekundärbatterie 6923. Der Rover 6920 kann ein Solarpanel 6922 umfassen. Als Sekundärbatterie 6923 kann die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Die Besatzung kann in den Rover 6920 einsteigen. Die Sekundärbatterie

6923 kann mit elektrischer Energie geladen werden, die erzeugt wird, indem das Solarpanel 6912 mit Sonnenstrahlen bestrahlt wird, oder die durch anderen Antriebsleistungen, wie z. B. eine Brennstoffzelle, einen thermoelektrischen Radioisotopengenerator und dergleichen, erzeugt wird. Es sei angemerkt, dass das Solarpanel 6922 und die Sekundärbatterie 6923 jeweils eine Flexibilität aufweisen können. Im Falle der Verwendung des flexiblen Solarpanels 6922 kann das Solarpanel 6922 in einer gekrümmten Form an einer äußeren Oberfläche des Körpers 6921 bereitgestellt werden, was vorzuziehen ist. Im Falle der Verwendung der flexiblen Sekundärbatterie 6923 kann die Sekundärbatterie 6923 in einer gekrümmten Form auf der Innenseite des Solarpanels 6922 (auf der Innenseite des Körpers 6921) bereitgestellt werden, was vorzuziehen ist. Als flexible Sekundärbatterie 6923 kann die in **Fig. 1** und dergleichen dargestellte flexible Sekundärbatterie 10 verwendet werden.

**[0312]** Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen implementiert werden.

[Beispiel 1]

**[0313]** In diesem Beispiel wurde die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt, und die Batterieleistung wurde ausgewertet. Hierbei werden eine Prü fzelle A, die durch das bei der vorstehenden Ausführungsform 1 als Beispiel beschriebene Herstellungsverfahren hergestellt wurde, eine Prü fzelle B, die derart hergestellt wurde, dass sie eine teilweise unterschiedliche Struktur von derjenigen der Prü fzelle A aufweist, eine Vergleichszelle C und eine Vergleichszelle D beschrieben.

[Herstellung einer Positivelektrode]

**[0314]** Eine Positivelektrode wurde unter Verwendung von Lithium-Kobalt-Oxid als Positivelektrodenaktivmaterial hergestellt. Das Positivelektrodenaktivmaterial, Acetylenruß (acetylene black, AB) und Polyvinylidenfluorid (PVDF) wurden in einem Gewichtsverhältnis von Positivelektrodenaktivmaterial: AB: PVDF = 95:3:2 gemischt und NMP wurde als Lösungsmittel verwendet, so dass ein Schlamm hergestellt wurde. Der hergestellte Schlamm wurde auf einen Stromkollektor aufgetragen, und dann wurde das Lösungsmittel verflüchtigt. Danach wurde ein Pressen bei 120°C bei 120 kN/m durchgeführt, wodurch eine Positivelektrodenaktivmaterialschicht über dem Stromkollektor ausgebildet wurde, so dass eine Positivelektrode hergestellt wurde. Als Stromkollektor wurde eine 20 µm dicke Aluminiumfolie verwendet. Die Positivelektrodenaktivmaterialschicht wurde auf einer Oberfläche des Stromkollektors bereitgestellt. Das Beladungsniveau betrug ungefähr 10 mg/cm<sup>2</sup>.

[Herstellung einer Negativelektrode]

**[0315]** Eine Negativelektrode wurde unter Verwendung von Graphit als Negativelektrodenaktivmaterial hergestellt.

**[0316]** Als Graphit wurde MCMB-Graphit mit einer spezifischen Flächenausdehnung von 1,5 m<sup>2</sup>/g verwendet, der Graphit wurde zusammen mit einem leitfähigen Additiv, CMC-Na und SBR in einem Gewichtsverhältnis von Graphit: leitfähiges Additiv: CMC-Na: SBR = 96:1:1:2 gemischt und Wasser wurde als Lösungsmittel verwendet, so dass ein Schlamm hergestellt wurde.

**[0317]** Der Polymerisationsgrad von dem verwendeten CMC-Na war 600 bis 800, und die Viskosität einer 1 Gew.-% wässrigen CMC-Na-Lösung war in dem Bereich von 300 mPa·s bis einschließlich 500 mPa·s. Als leitfähiges Material wurde VGCF (eingetragenes Markenzeichen)-H (hergestellt von SHOWA DENKO K.K., der Faserdurchmesser: 150 nm, die spezifische Flächenausdehnung: 13 m<sup>2</sup>/g), das eine Gasphasenabscheidungs-Kohlenstofffaser ist, verwendet.

**[0318]** Der hergestellte Schlamm wurde auf den Stromkollektor aufgetragen und getrocknet, und eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht wurde über dem Stromkollektor hergestellt. Als Stromkollektor wurde eine 18 µm dicke Kupferfolie verwendet. Die Negativelektrodenaktivmaterialschicht wurde entweder an beiden Oberflächen des Stromkollektors oder an einer Oberfläche des Stromkollektors bereitgestellt. Das Beladungsniveau betrug ungefähr 9 mg/cm<sup>2</sup>.

## [Herstellung der Prüfzelle A]

**[0319]** Acht Positivelektroden und acht Negativelektroden, die vorstehend beschrieben worden sind, wurden vorbereitet.

**[0320]** Ein Paar von Positivelektroden wurde als Positivelektrode verwendet, welche derart übereinander angeordnet waren, dass sich ihre nicht beschichteten Oberflächen einander zugewandt sind, und mit einem taschenförmigen Separator bedeckt sind. Als Separator wurde ein 24 µm dicker Polyimid-Separator verwendet.

**[0321]** Anschließend wurden, wie in **Fig. 7A** dargestellt, die Positivelektroden, die mit dem Separator bedeckt waren, und Negativelektroden übereinander angeordnet. Anschließend wurden, wie in **Fig. 7C** dargestellt, die Anschlüsse durch Ultraschallschweißen an den Abschnitten, in denen die Stromkollektoren der Positivelektroden und der Negativelektroden freiliegen (auch als Laschenabschnitte bezeichnet), verbunden.

**[0322]** Als Nächstes wurde, wie in **Fig. 8A** dargestellt, ein Polyimid-Klebeband als Isolierfilm an einem Teil der Negativelektrode angebracht. Anschließend wurden der erste Abstandshalter 55 und der zweite Abstandshalter 56 vorbereitet, und der erste Abstandshalter und der zweite Abstandshalter wurden unter Verwendung des Polyimid-Klebebandes als Verbindungsabschnitt miteinander verbunden. Als erster Abstandshalter und zweiter Abstandshalter wurde ein elektronenstrahlenvernetztes weiches Polyolefinharz mit einer hohlen zylindrischen Form (einer röhrenartigen Form) verwendet.

**[0323]** Anschließend wurden, wie in **Fig. 8A** dargestellt, die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode derart gekrümmt, dass die Laschenabschnitte mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, und der erste Abstandshalter und der zweite Abstandshalter wurden bereitgestellt.

**[0324]** Auf diese Weise wurde die Schichtanordnung fertiggestellt.

**[0325]** Als Nächstes wurden, wie in **Fig. 9B** dargestellt, flexible Filme an zwei Positionen des Außenteils angebracht. Als flexibler Film wurde ein Polyimid-Klebeband verwendet.

**[0326]** Als Außenteil wurde ein ungefähr 110 µm dicker Aluminium-Laminatfilm verwendet, in dem Polypropylen (ungefähr 45 µm), eine Aluminiumfolie (ungefähr 40 µm) und Nylon (ungefähr 25 µm) sequentiell übereinander angeordnet waren. Als Aluminium-Laminatfilm wurde ein geprägter Aluminium-Laminatfilm mit vorspringenden Abschnitten und vertieften Abschnitten verwendet, wobei das Muster der Prägung ein köperartiges Muster war. Der verwendete Aluminium-Laminatfilm wurde derart verarbeitet, dass die Abstände des Prägungsmusters ungefähr 1,7 mm betragen und die Differenz der Höhen zwischen dem vorspringenden Abschnitt und dem vertieften Abschnitt ungefähr 0,5 mm betrug.

**[0327]** Als Nächstes wurde die vorstehende Schichtanordnung von dem vorstehenden Außenteil umschließt, und das Außenteil wurde derart abgedichtet, dass ein Abschnitt, durch den eine Elektrolytlösung injiziert wird, geöffnet verblieb.

**[0328]** Als Nächstes wurde in einer Argongasatmosphäre eine Elektrolytlösung durch die Seite, die geöffnet verblieb, injiziert.

**[0329]** Eine Elektrolytlösung wurde vorbereitet. Als Lösungsmittel der Elektrolytlösung wurde EMI-FSA verwendet. LiFSA (Lithium-Bis(fluorsulfonyl)amid) wurde als Lithiumsalz verwendet, und die Konzentration des Lithiumsalzes in Bezug auf die Elektrolytlösung betrug 2,15 mol/l.

**[0330]** Als Nächstes wurde in einer Umgebung mit verringertem Druck die Seite des Außenteils, die geöffnet verblieb, abgedichtet. Als Umgebung mit verringertem Druck wurde der Druck aufgrund eines Differenzdruckmessers auf niedriger als oder gleich -95 kPa eingestellt.

**[0331]** Durch den vorstehenden Prozess wurde die Prüfzelle A hergestellt.

## [Herstellung der Prüfzelle B]

**[0332]** Als Nächstes wurde die Prüfzelle B hergestellt. Die Prüfzelle B wurde unter den gleichen Bedingungen wie die Prüfzelle A hergestellt, mit Ausnahme, dass der zweite Abstandshalter bei der Prüfzelle A nicht

enthalten war. Das heißt, dass bei der Prüfzelle B die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode derart gekrümmt waren, dass sich die Laschenabschnitte mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappen, und der erste Abstandshalter 55 enthalten ist; der zweite Abstandshalter 56 ist jedoch nicht enthalten.

[Herstellung der Vergleichszelle C]

**[0333]** Als Nächstes wurde die Vergleichszelle C hergestellt. Die Vergleichszelle C wurde unter den gleichen Bedingungen wie die Prüfzelle A hergestellt, mit Ausnahme, dass der erste Abstandshalter bei der Prüfzelle A nicht enthalten ist. Das heißt, dass bei der Vergleichszelle C die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode derart gekrümmt sind, dass sich die Laschenabschnitte mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappen, und der zweite Abstandshalter 56 enthalten ist; der erste Abstandshalter 55 ist jedoch nicht enthalten.

[Herstellung der Vergleichszelle D]

**[0334]** Als Nächstes wurde die Vergleichszelle D hergestellt. Die Vergleichszelle D wurde unter den gleichen Bedingungen wie die Prüfzelle A hergestellt, mit Ausnahme, dass der zweite Abstandshalter 56 bei der Prüfzelle A nicht enthalten ist und die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode nicht gekrümmt sind. Das heißt, dass sich bei der Vergleichszelle D die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode mit dem Schichtanordnungsabschnitt nicht überlappen und der erste Abstandshalter 55 enthalten ist; der zweite Abstandshalter 56 ist jedoch nicht enthalten.

[Alterung]

**[0335]** Als Nächstes wurden die Prüfzelle A, die Prüfzelle B, die Vergleichszelle C und die Vergleichszelle D einer Alterung unterzogen.

**[0336]** Als Alterungsbehandlung wurde eine CC-Ladung in einer Umgebung bei 25°C bei 0,01 C durchgeführt, bis die Ladekapazität 15 mAh/g erreichte, dann wurde eine 10-minütige Pause gemacht, und eine CC-Ladung wurde bei 0,1 C durchgeführt, bis die Ladekapazität 105 mAh/g erreichte (insgesamt 120 mAh/g). Danach wurde, nachdem die Zellen bei 60°C 24 Stunden lang gehalten worden waren, eine Seite des Außenteils in einer Argonatmosphäre geschnitten und geöffnet, ein Gas wurde davon freigesetzt, und die Seite wurde wieder abgedichtet. Die Wiederabdichtung nach der Freisetzung des Gases wurde in einer Umgebung mit verringertem Druck von niedriger als oder gleich -95 kPa (der Druckwert aufgrund eines Differenzdruckmessers) durchgeführt. Als Nächstes wurde eine CCCV-Ladung (bei 0,1 C, bei einem Abschlussstrom von 0,01 C und bei 4,2 V) in einer Umgebung bei 25°C durchgeführt, und eine CC-Entladung wurde durchgeführt (bei 0,2 C und bei 2,5 V). Als Nächstes wurden die Ladung (CCCV-Ladung (bei 0,2 C, bei einem Abschlussstrom von 0,02 C und bei 4,2 V)) und die Entladung (CC-Entladung (bei 0,2 C und bei 2,5 V)) in einer Umgebung bei 25°C dreimal durchgeführt, und die Alterungsbehandlung wurde beendet.

[Biegeprüfung]

**[0337]** Anschließend wurden die Prüfzelle A, die Prüfzelle B, die Vergleichszelle C und die Vergleichszelle D wiederholt einer Biegeprüfung unterzogen. Als Biegeprüfung wurde eine derartige Prüfung durchgeführt, dass ein Zustand, in dem die Zellen mit einem Krümmungsradius von 40 mm gebogen waren, und ein Zustand, in dem die Zellen mit einem Krümmungsradius von 150 mm gedehnt waren, wiederholt wurden.

**[0338]** Ein Biegeprüfer wird beschrieben. Der Biegeprüfer umfasst direkt einen zylindrischen Stützteil mit einem Krümmungsradius von 40 mm, der sich in der Tiefenrichtung erstreckt, unter einem Mittenteil, in dem die Sekundärbatterie bereitgestellt wird. Der Prüfer umfasst einen Arm, der sich nach rechts und nach links erstreckt. Ein Spitzenabschnitt des Armes ist mechanisch mit Halteplatten verbunden. Durch eine Bewegung des Spitzenabschnittes des Armes nach oben oder nach unten können die Halteplatten entlang dem Stützteil gebogen werden. Die Biegeprüfung der Sekundärbatterie wird in einem Zustand, in dem die Sekundärbatterie zwischen den zwei Halteplatten angeordnet ist, durchgeführt. Daher kann durch eine vertikale Bewegung des Spitzenabschnittes des Armes die Sekundärbatterie entlang dem zylindrischen Stützteil gebogen werden. Insbesondere kann durch eine Absenkung des Spitzenabschnittes des Armes die Sekundärbatterie mit einem Krümmungsradius von 40 mm gebogen werden. Es sei angemerkt, dass die Sekundärbatterie mit einem Krümmungsradius von 150 mm gekrümmt ist, wenn der Spitzenabschnitt des Armes aufgehoben ist. Indem die Sekundärbatterie in dem Zustand, in dem die Sekundärbatterie zwischen den zwei Halteplatten

angeordnet ist, gebogen wird, kann es verhindert werden, dass unnötige Kraft außer Biegekraft auf die Sekundärbatterie ausgeübt wird. Darüber hinaus konnte die Biegekraft gleichmäßig auf die ganze Sekundärbatterie ausgeübt werden.

**[0339]** Als Bedingung der Biegeprüfung wurde ein Biegevorgang für 2 Sekunden durchgeführt. Die Lade- und Entladeeigenschaften wurden bei 25 °C gemessen, nachdem die Sekundärbatterien von dem Biegeprüfer abgenommen worden waren. Die Lade- und Entladebedingungen sind wie folgt: Die Rate war 0,2 C, die obere Grenzspannung beim Laden und Entladen war 4,2 V und die untere Grenzspannung war 3,0 V. Die Messtemperatur war 25 °C. Es sei angemerkt, dass die Entladekapazität (mAh/g) einem Wert pro Gewicht des Positivelektrodenaktivmaterials entspricht. Bei der Rate C wurde 1 C derart eingestellt, dass die Stromdichte in Bezug auf das Gewicht des Positivelektrodenaktivmaterials 135 mA/g beträgt.

**[0340]** Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Biegeprüfung, die an der Prüfzelle A durchgeführt wurde. Tabelle 2 zeigt Ergebnisse der Biegeprüfung, die an der Prüfzelle B durchgeführt wurde. Tabelle 3 zeigt Ergebnisse der Biegeprüfung, die an der Vergleichszelle C durchgeführt wurde. Tabelle 4 zeigt Ergebnisse der Biegeprüfung, die an der Vergleichszelle D durchgeführt wurde. Die Anzahl der Biegevorgänge in den ersten Spalten der Tabellen 1 bis 4 zeigt die Gesamtanzahl der Biegevorgänge bei der Biegeprüfung; nachdem die Anzahl der Biegevorgänge die Gesamtanzahl erreicht worden war, wurden die Zellen von dem Biegeprüfer abgenommen, und eine Lade- und Entladeprüfung wurde durchgeführt. Die Entladekapazitäten zu diesem Zeitpunkt sind in den zweiten Spalten der Tabellen 1 bis 4 gezeigt. Nach der Lade- und Entladeprüfung wurden die Zellen wieder an dem Biegeprüfer angebracht, und die Biegeprüfung wurde fortgesetzt. Es sei angemerkt, dass es sich bei den Retentionsraten in den dritten Spalten um Werte handelt, die derart berechnet wurden, dass dabei die Entladekapazität bei einer Lade- und Entladeprüfung vor der Biegeprüfung 100 % beträgt.

[Tabelle 1]

Anzahl der Biegevorgänge	Entladekapazität (mAh/g)	Retentionsrate (%)
vor der Prüfung	140,7	100,0
1000 Male	140,8	100,1
3000 Male	140,6	99,9
6000 Male	139,7	99,3
10000 Male	139,9	99,5
15000 Male	139,2	99,0
20000 Male	139,1	98,8
25000 Male	138,5	98,4
30000 Male	137,8	98,0
35000 Male	137,8	98,0
40000 Male	134,4	95,5
45000 Male	131,7	93,6
50000 Male	108,0	76,8

[Tabelle 2]

Anzahl der Biegevorgänge	Entladekapazität (mAh/g)	Retentionsrate (%)
vor der Prüfung	142,9	100,0
1000 Male	142,1	99,4
3000 Male	141,7	99,2
6000 Male	141,4	98,9
10000 Male	141,1	98,7
15000 Male	135,2	94,6

Anzahl der Biegevorgänge	Entladekapazität (mAh/g)	Retentionsrate (%)
20000 Male	139,2	97,4
25000 Male	99,8	69,8
30000 Male	0,0	0,0

[Tabelle 3]

Anzahl der Biegevorgänge	Entladekapazität (mAh/g)	Retentionsrate (%)
vor der Prüfung	142,4	100,0
1000 Male	141,4	99,3
3000 Male	141,1	99,1
6000 Male	0,0	0,0

[Tabelle 4]

Anzahl der Biegevorgänge	Entladekapazität (mAh/g)	Retentionsrate (%)
vor der Prüfung	142,8	100,0
1000 Male	142,2	99,6
3000 Male	104,5	73,2
6000 Male	27,2	19,1

**[0341]** Bei der Prüfzelle A dieses Beispiels wird bei der Biegeprüfung bis zum 45000. Mal keine schnelle Verringerung der Entladekapazität beobachtet, und nach dem 50000. Mal bei der Biegeprüfung wird eine schnelle Verringerung der Entladekapazität beobachtet. Die schnelle Verringerung der Entladekapazität bei der Biegeprüfung von dem 45001. Mal bis zum 50000. Mal entspricht im Wesentlichen der Verringerung der Kapazität einer Elektrode; daher wird davon ausgegangen, dass innerhalb der Prüfzelle A eine signifikante Verschlechterung (z. B. ein Riss der Elektrode) in dem Positivelektrodenanschluss, dem Negativelektrodenanschluss, dem Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt (dem Positivelektrodelaschenabschnitt), dem Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt (dem Negativelektrodelaschenabschnitt) und deren Umgebung verursacht wird. Mit anderen Worten: Es wird davon ausgegangen, dass bei der Biegeprüfung bis zum 45000. Mal innerhalb der Prüfzelle A keine signifikante Verschlechterung (z. B. kein Riss der Elektrode) in dem Positivelektrodenanschluss, dem Negativelektrodenanschluss, dem Positivelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt (dem Positivelektrodelaschenabschnitt), dem Negativelektrodenanschluss-Verbindungsabschnitt (dem Negativelektrodelaschenabschnitt) und deren Umgebung verursacht wird. Das heißt, dass die Prüfzelle A, die ein Beispiel für die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, einer sehr großen Anzahl von wiederholten Biegevorgängen, d. h. 45000 Biegevorgängen, standhalten konnte.

**[0342]** Bei der Prüfzelle B dieses Beispiels wird bis zum 20000. Mal bei der Biegeprüfung keine schnelle Verringerung der Entladekapazität beobachtet, und nach dem 25000. Mal bei der Biegeprüfung wird eine schnelle Verringerung der Entladekapazität beobachtet. Daher wird festgestellt, dass die Prüfzelle B eine vorteilhafte Biegebeständigkeit aufweist, obwohl sie der Prüfzelle A nicht gleichkommt.

**[0343]** Im Gegensatz dazu wird bei der Vergleichszelle C und der Vergleichszelle D eine schnelle Verringerung der Entladekapazität bis zum 6000. Mal bei der Biegeprüfung beobachtet und es wurde festgestellt, dass sie eine niedrige Beständigkeit gegen wiederholte Biegevorgänge aufweisen. Das heißt, dass die Prüfzelle A, die ein Beispiel für die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, im Vergleich zu der Vergleichszelle C, in der die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode derart gekrümmt sind, dass sie sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappen, jedoch der erste Abstandshalter 55 nicht enthalten ist, einer sehr großen Anzahl von Biegevorgängen standhalten konnte. Die Prüfzelle A, die ein Beispiel für die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, konnte im Vergleich zu der Vergleichszelle D, in der sich die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode nicht mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappen, der erste Abstandshalter 55 enthal-

ten ist und der zweite Abstandshalter 56 nicht enthalten ist, einer sehr großen Anzahl von Biegevorgängen standhalten.

**[0344]** Als Ergebnis des vorstehenden Beispiels wurde festgestellt, dass die Struktur, bei der die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode derart gekrümmt sind, dass sie sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappen, und der erste Abstandshalter 55 enthalten ist, eine hohe Beständigkeit gegen wiederholte Biegevorgänge aufweist. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Struktur, bei der die Laschenabschnitte der Positivelektrode und der Negativelektrode derart gekrümmt sind, dass sie sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappen, und der erste Abstandshalter 55 und der zweite Abstandshalter 56 enthalten sind, eine signifikant hohe Beständigkeit gegen wiederholte Biegevorgänge aufweist.

#### Bezugszeichen

**[0345]** 10: Sekundärbatterie, 20: Positivelektrode, 21: Positivelektrodenanschluss, 22: Positivelektrodenstromkollektor, 23: Positivelektrodenaktivmaterialschicht, 24: Abschnitt, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, 25: Abschnitt, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, 26: Verbindungsabschnitt, 30: Negativelektrode, 31: Negativelektrodenanschluss, 32: Negativelektrodenstromkollektor, 33: Negativelektrodenaktivmaterialschicht, 34: Abschnitt, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, 35: Abschnitt, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, 36: Verbindungsabschnitt, 40: Separator, 45: Isolierfilm, 50: Außenteil, 51: Abdichtungsabschnitt, 55: Abstandshalter, 56: Abstandshalter, 57: Verbindungsabschnitt, 58: flexibler Film, 59: flexibler Film, 60: Schichtanordnung, 61: Schichtanordnungsabschnitt

**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**

- 2004-241250 [0007]
- 2018-6336 [0007]

**Patentansprüche**

1. Sekundärbatterie, die umfasst:  
eine Positivelektrode, eine Negativelektrode, einen Separator, ein Außenteil, das einen ersten Abstandshalter und einen zweiten Abstandshalter umschließt, und einen Positivelektrodenanschluss und einen Negativelektrodenanschluss, die sich von einem von dem Außenteil umschlossenen Innenraum nach außen erstrecken,  
wobei die Positivelektrode einen ersten Abschnitt, in dem Positivelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und einen zweiten Abschnitt, in dem Positivelektrodenstromkollektor freiliegt, umfasst,  
wobei die Negativelektrode einen dritten Abschnitt, in dem Negativelektrodenaktivmaterial aufgetragen ist, und einen vierten Abschnitt, in dem Negativelektrodenstromkollektor freiliegt, umfasst,  
wobei der erste Abschnitt, der dritte Abschnitt und der Separator in einem Schichtanordnungsabschnitt einander überlappen,  
wobei der Positivelektrodenanschluss an einer Position, die sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, mit dem zweiten Abschnitt verbunden ist,  
wobei der Negativelektrodenanschluss an einer Position, die sich mit dem Schichtanordnungsabschnitt überlappt, mit dem vierten Abschnitt verbunden ist,  
wobei der erste Abstandshalter in einer Draufsicht in einem Bereich, der von einem Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts, dem Positivelektrodenanschluss und dem Negativelektrodenanschluss umgeben ist, in Kontakt mit dem Außenteil ist, und  
wobei der zweite Abstandshalter einen Bereich zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt und dem zweiten Abschnitt, einen Bereich zwischen dem Schichtanordnungsabschnitt und dem vierten Abschnitt sowie einen Bereich, der mit dem ersten Abstandshalter verbunden ist, umfasst.
2. Sekundärbatterie nach Anspruch 1, wobei die Höhe des ersten Abstandshalters größer als oder gleich der Gesamthöhe des Schichtanordnungsabschnitts, des zweiten Abstandshalters, des zweiten Abschnitts und des Positivelektrodenanschlusses ist.
3. Sekundärbatterie nach Anspruch 1, wobei die Höhe des ersten Abstandshalters größer als oder gleich der Gesamthöhe des Schichtanordnungsabschnitts, des zweiten Abstandshalters, des vierten Abschnitts und des Negativelektrodenanschlusses ist.
4. Sekundärbatterie nach Anspruch 1,  
wobei der zweite Abschnitt einen gekrümmten Abschnitt zwischen einem Verbindungsabschnitt des Positivelektrodenanschlusses und dem Schichtanordnungsabschnitt umfasst, und  
wobei der gekrümmte Abschnitt einen Bereich in Kontakt mit dem zweiten Abstandshalter umfasst.
5. Sekundärbatterie nach Anspruch 1,  
wobei der vierte Abschnitt einen gekrümmten Abschnitt zwischen einem Verbindungsabschnitt des Negativelektrodenanschlusses und dem Schichtanordnungsabschnitt umfasst, und  
wobei der gekrümmte Abschnitt einen Bereich in Kontakt mit dem zweiten Abstandshalter umfasst.
6. Sekundärbatterie nach Anspruch 1,  
wobei der erste Abstandshalter und der zweite Abstandshalter eine Flexibilität aufweisen, und  
wobei der erste Abstandshalter eine höhere Elastizität aufweist als der zweite Abstandshalter.
7. Sekundärbatterie nach Anspruch 1,  
wobei das Außenteil an einer Innenfläche eines Raums, der von dem Außenteil umschlossen ist, einen Bereich in Kontakt mit einem flexiblen Film umfasst, und  
wobei der Schichtanordnungsabschnitt in einem anderen Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts einen Bereich in Kontakt mit dem flexiblen Film umfasst.
8. Sekundärbatterie nach Anspruch 7, wobei der flexible Film eine isolierende Eigenschaft aufweist.
9. Sekundärbatterie nach Anspruch 7,  
wobei der flexible Film Polyimid enthält, und  
wobei ein Bereich enthalten ist, in dem das Polyimid und der andere Endabschnitt des Schichtanordnungsabschnitts in Kontakt miteinander sind.

10. Sekundärbatterie nach Ansprüchen 1 bis 9, wobei das Außenteil einen vertieften Abschnitt und einen vorspringenden Abschnitten umfasst.

Es folgen 24 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

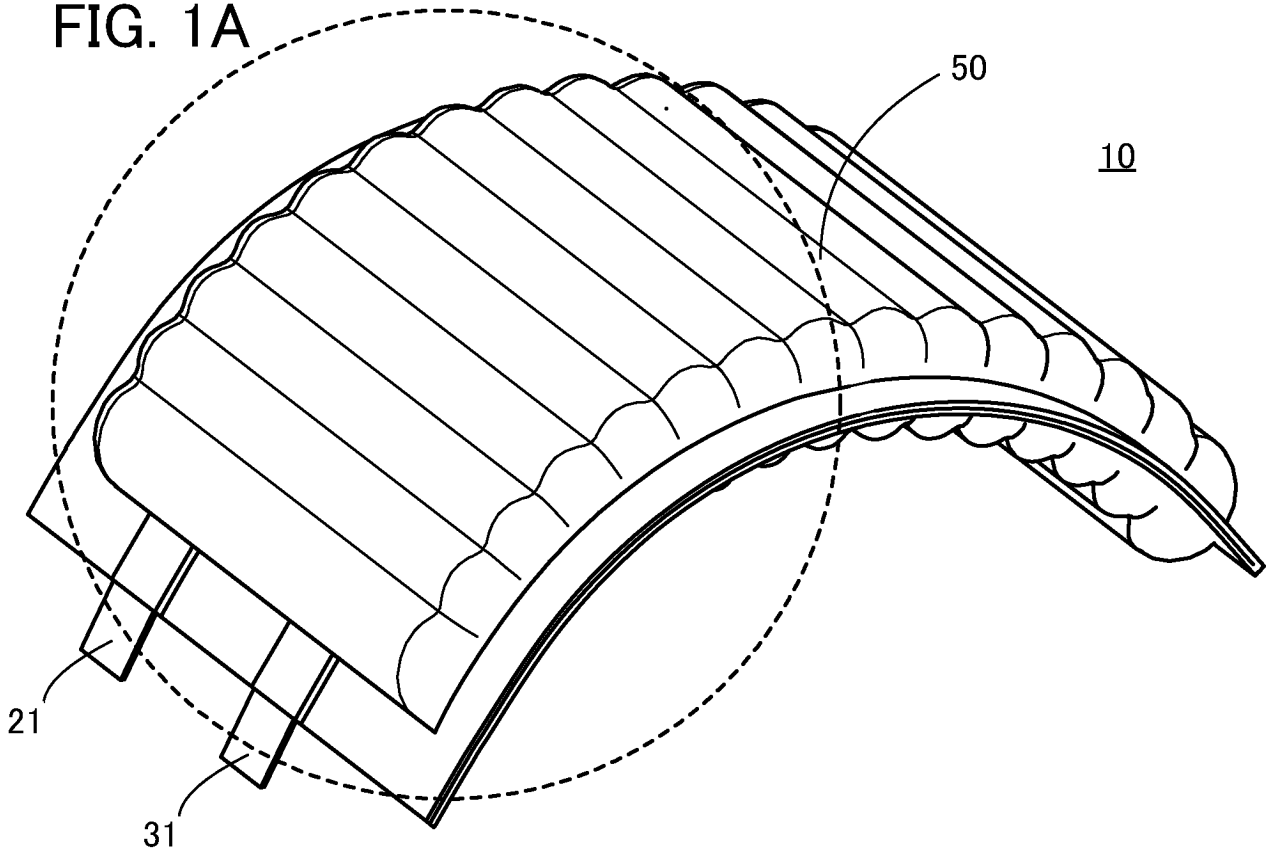
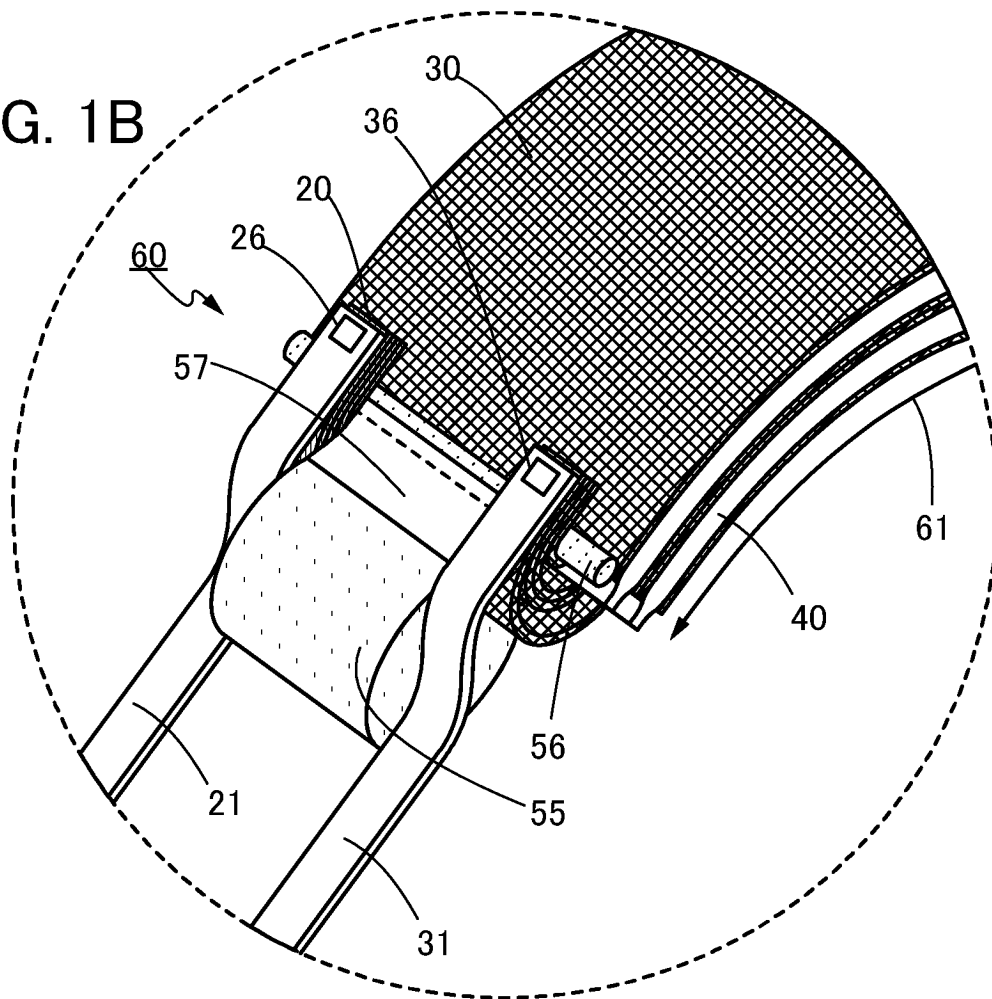


FIG. 1B



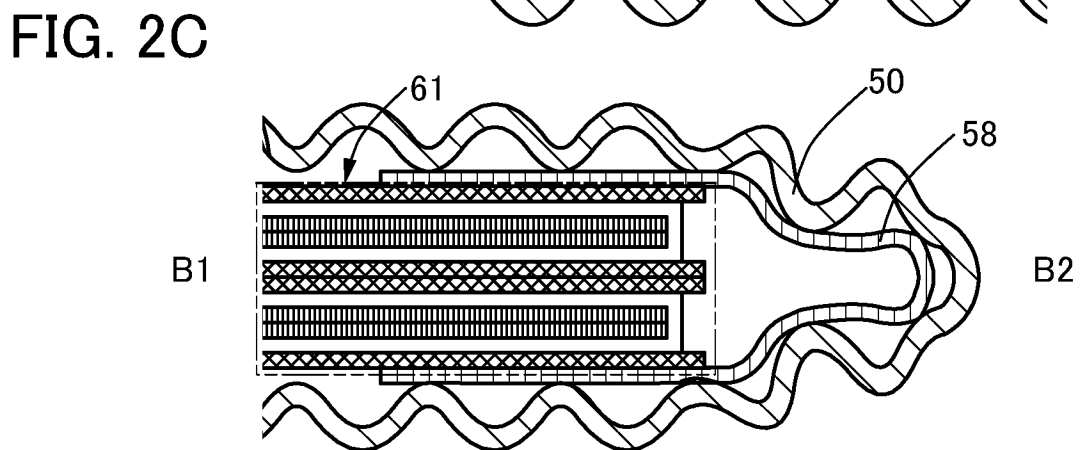
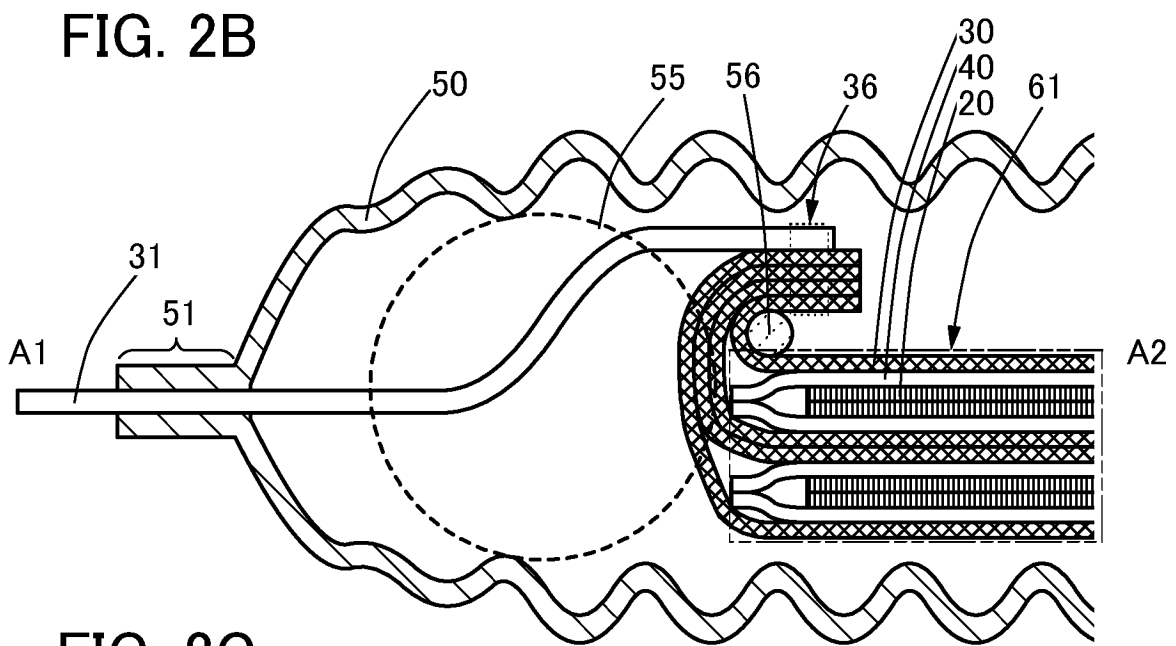
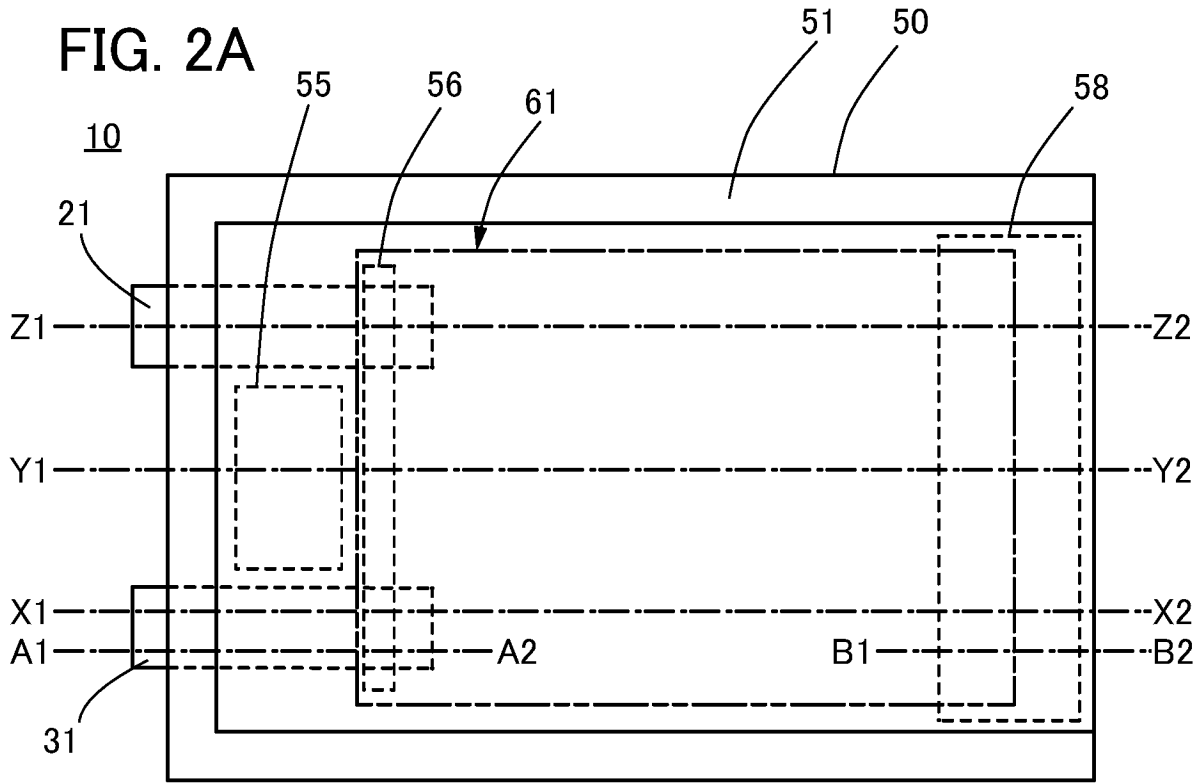


FIG. 3A

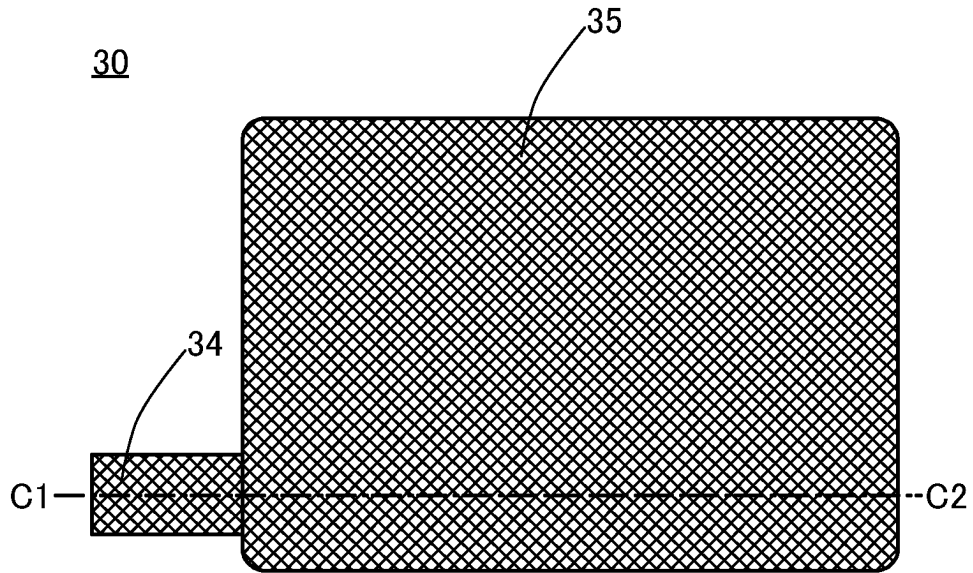


FIG. 3B

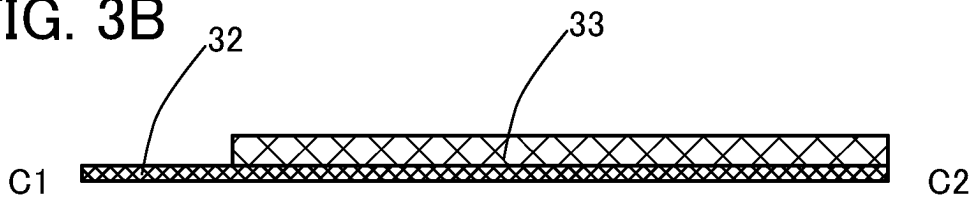


FIG. 3C

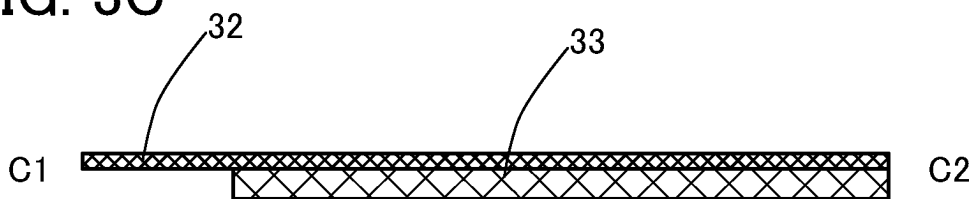


FIG. 3D

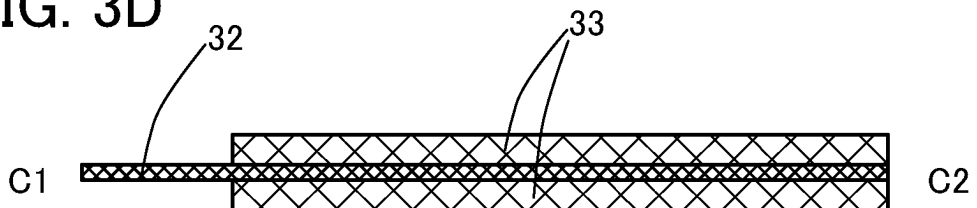


FIG. 4A

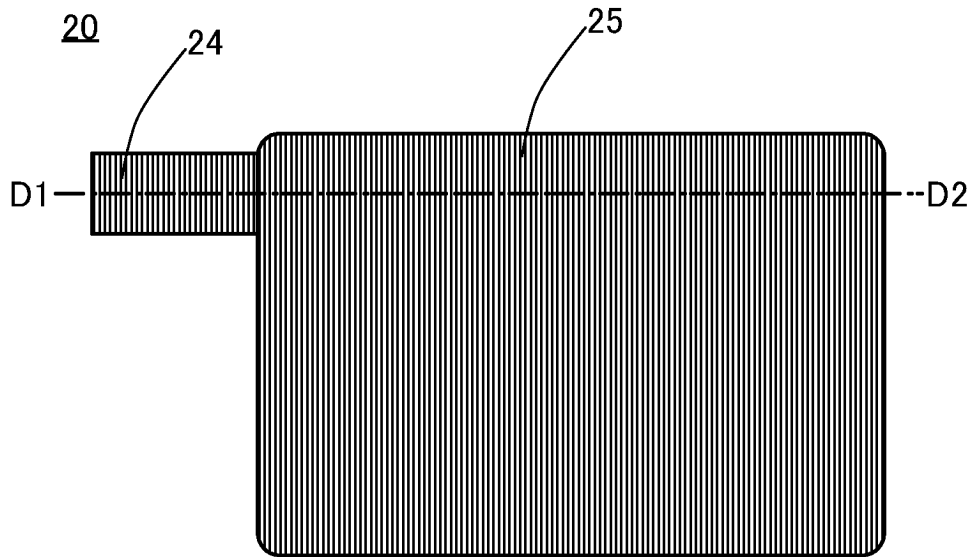


FIG. 4B

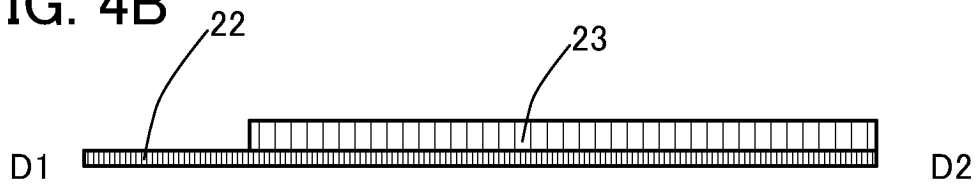


FIG. 4C

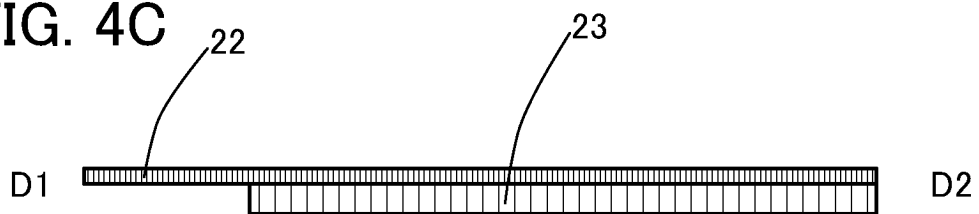


FIG. 4D

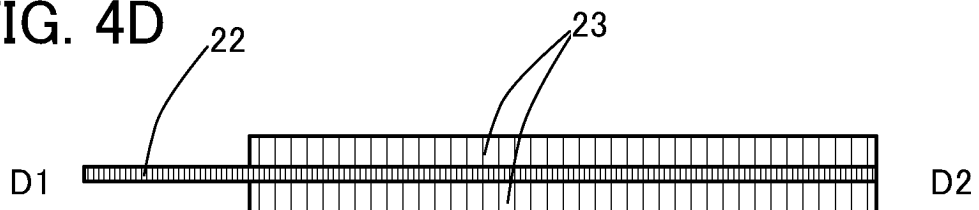


FIG. 5A

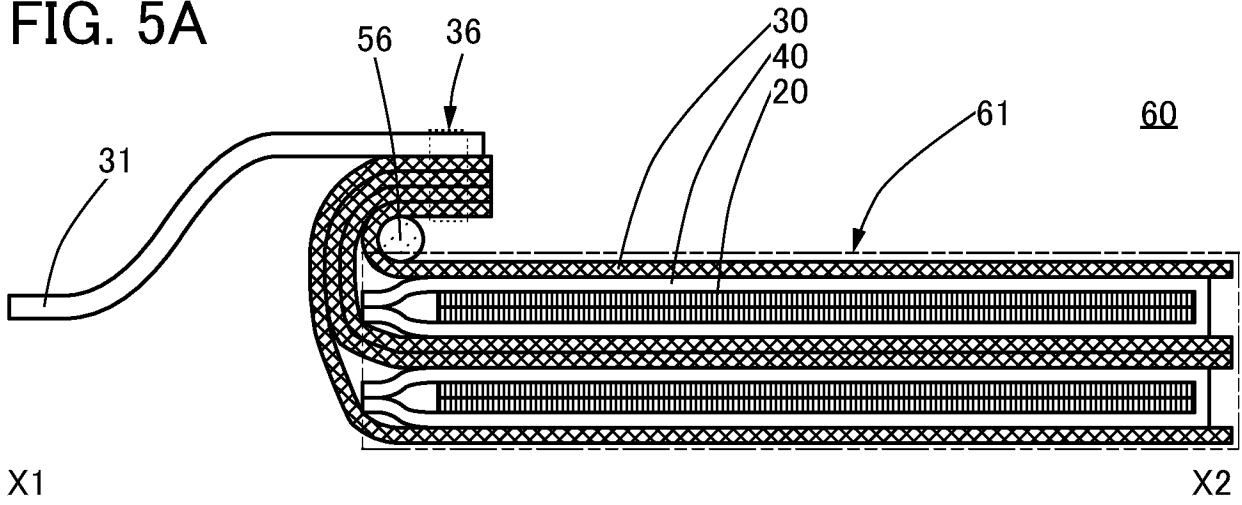


FIG. 5B

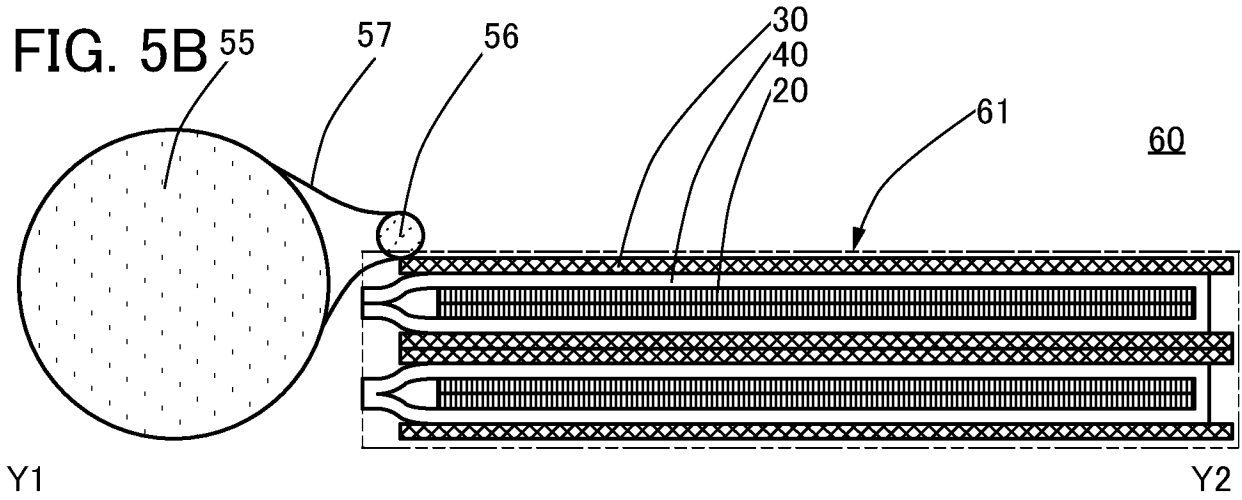


FIG. 5C

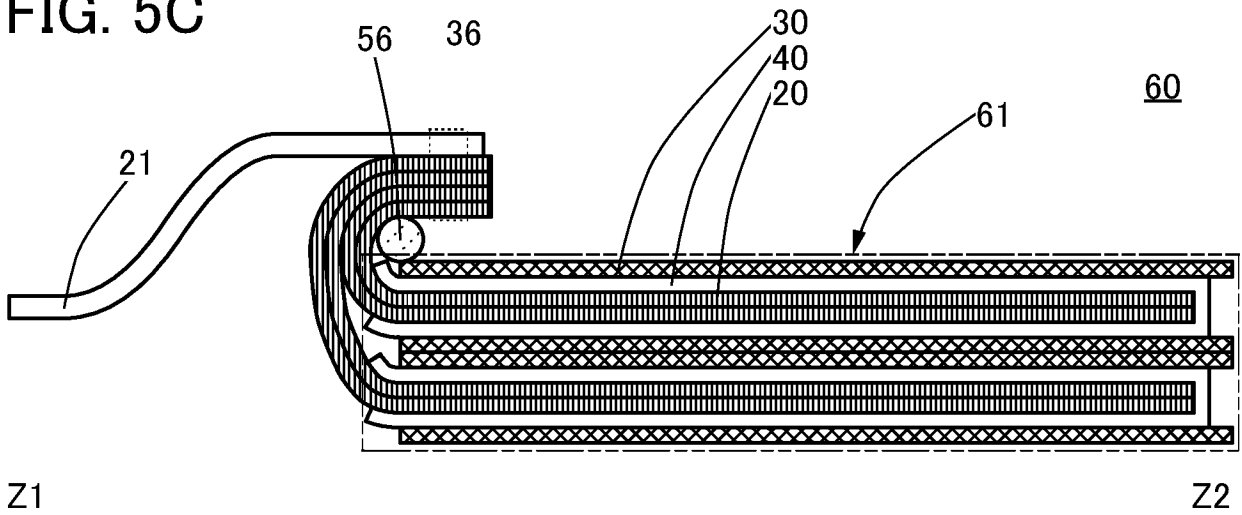


FIG. 6A

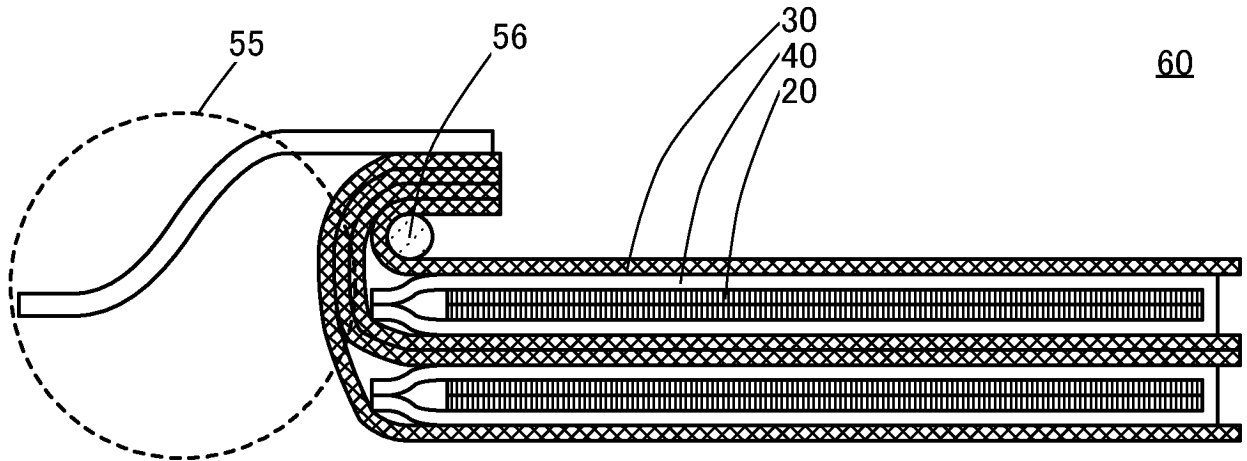


FIG. 6B

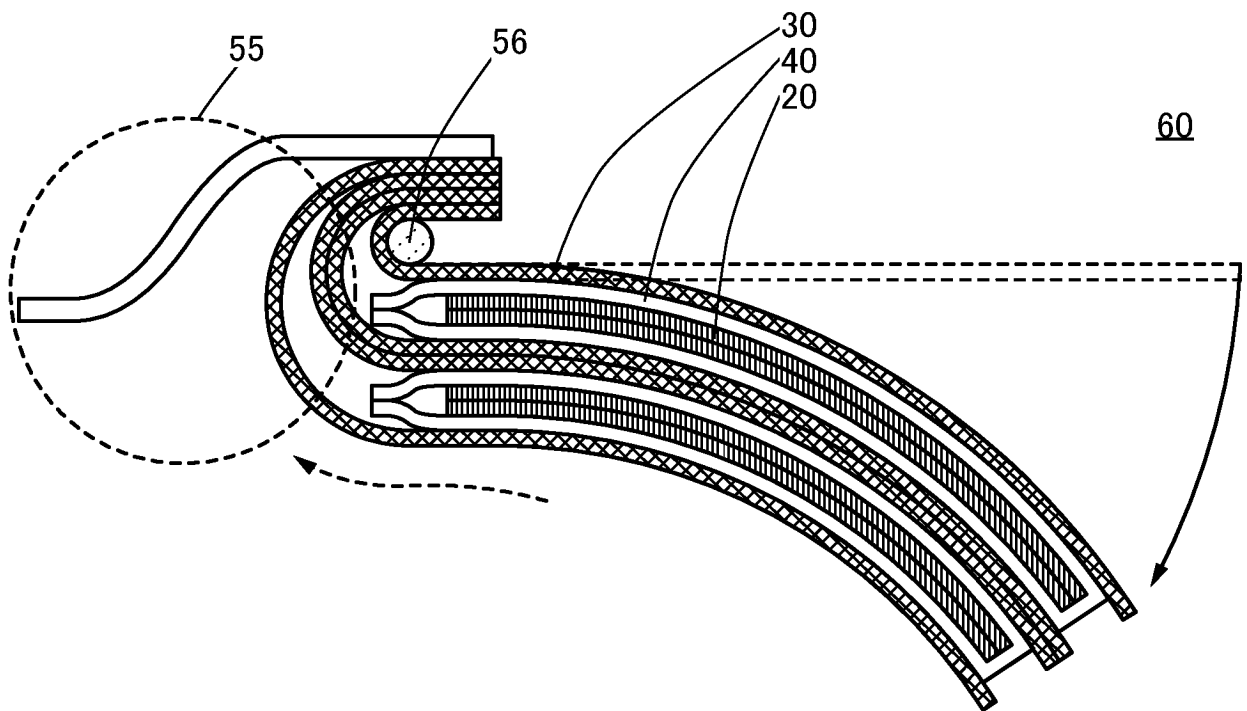


FIG. 7A

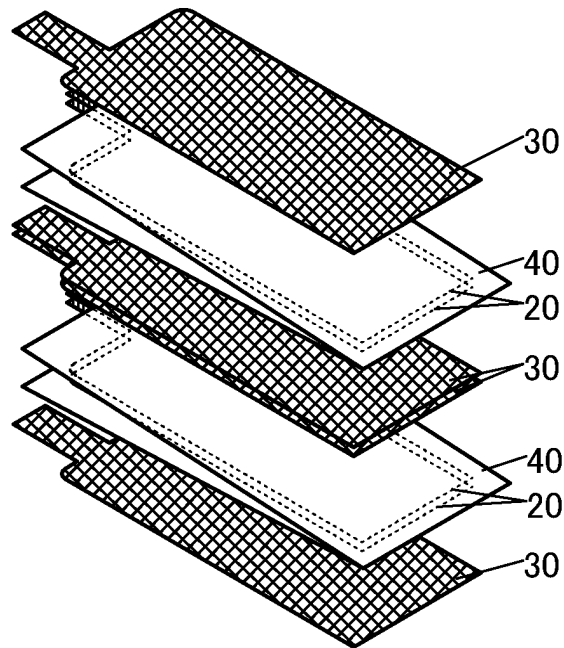


FIG. 7B

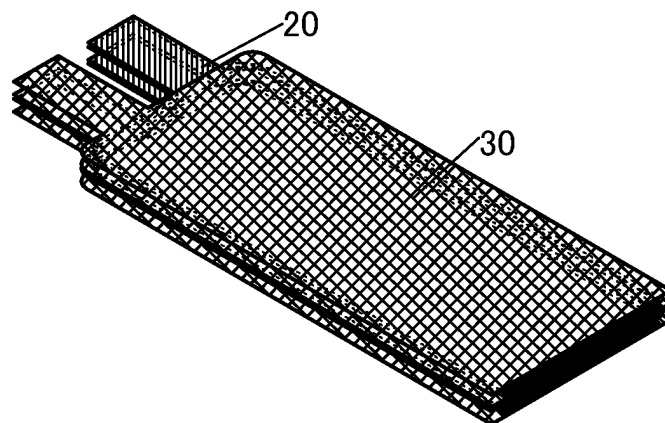


FIG. 7C

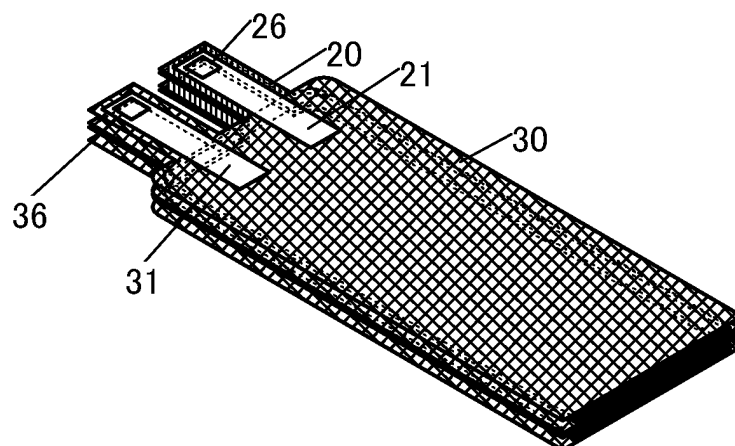


FIG. 8A

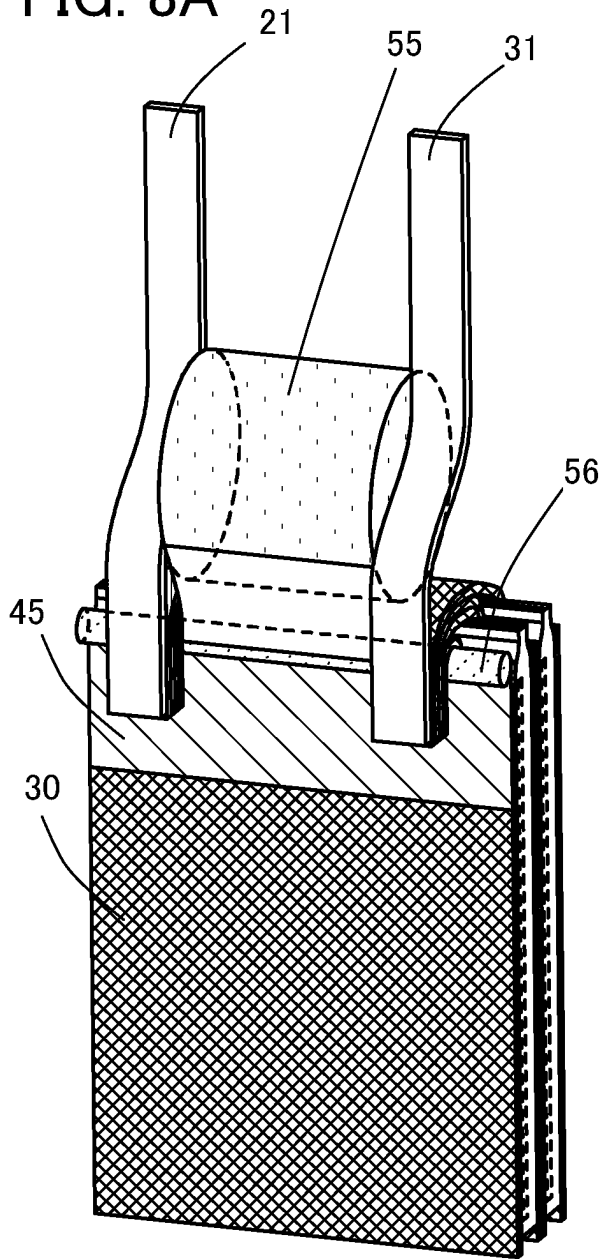


FIG. 8B

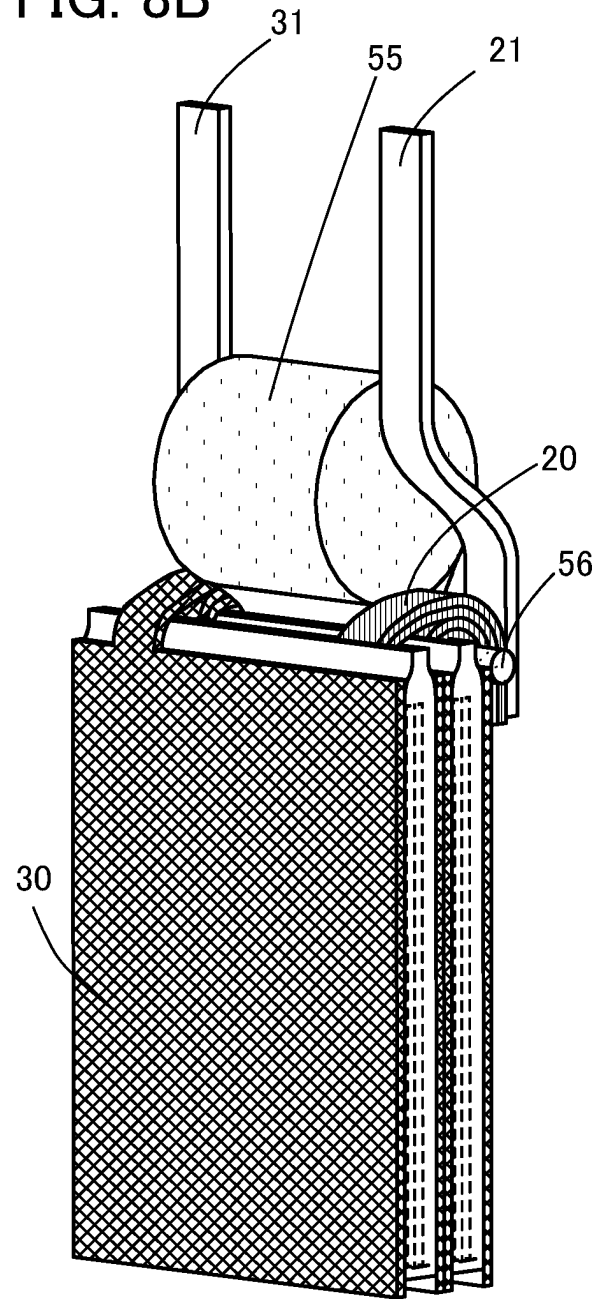


FIG. 8C

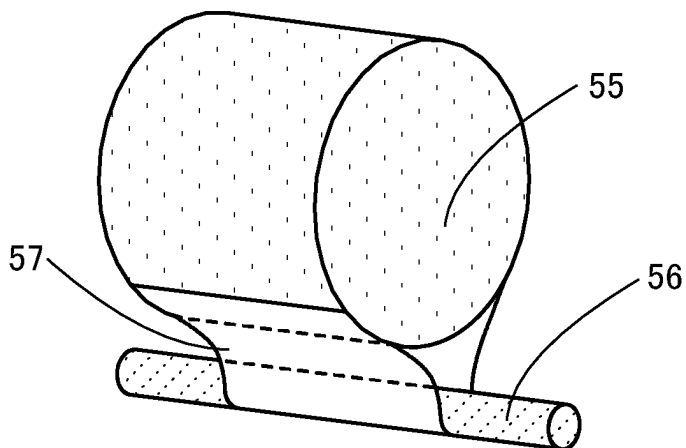


FIG. 9A

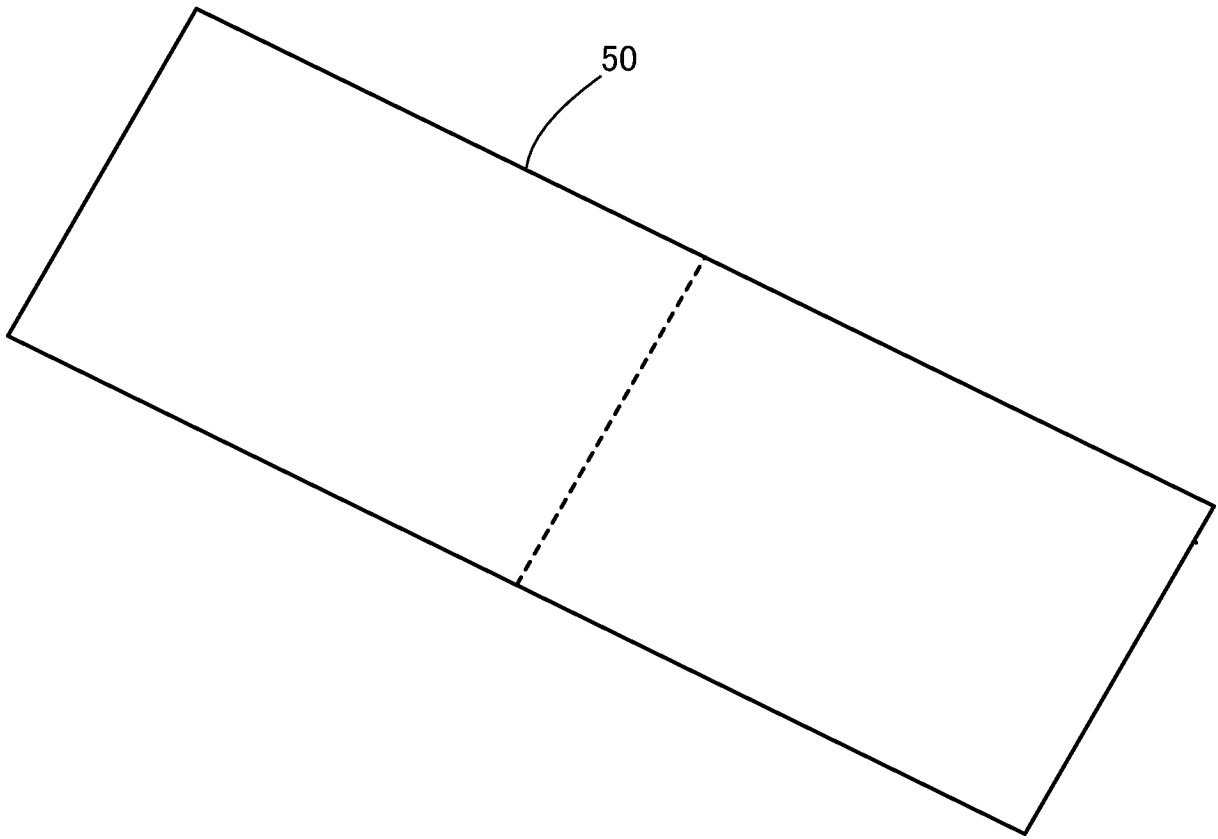


FIG. 9B

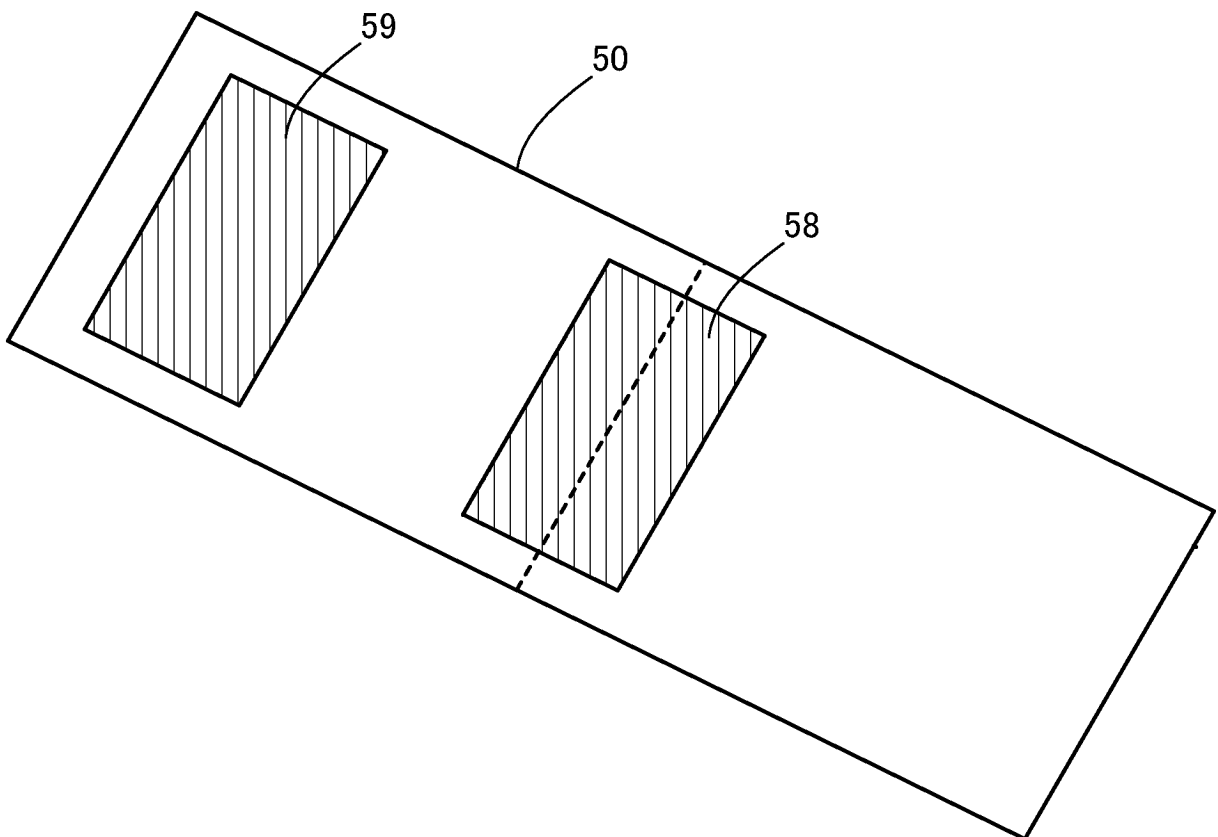


FIG. 10

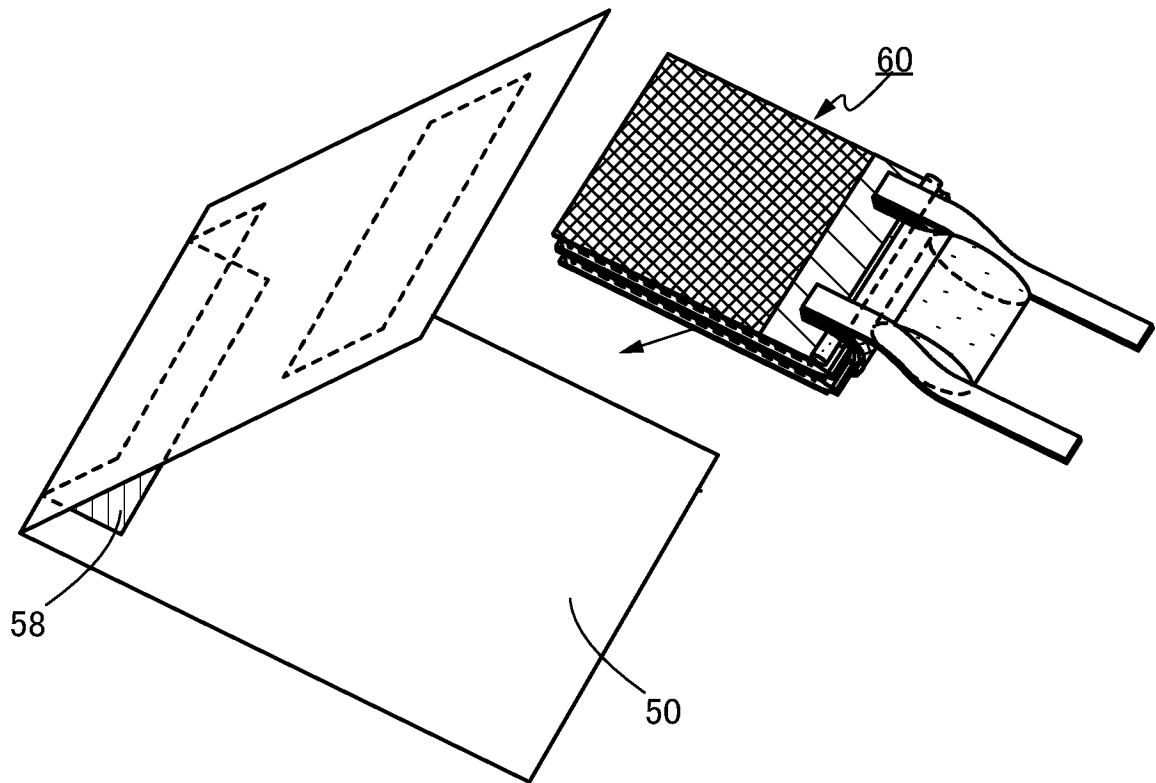


FIG. 11

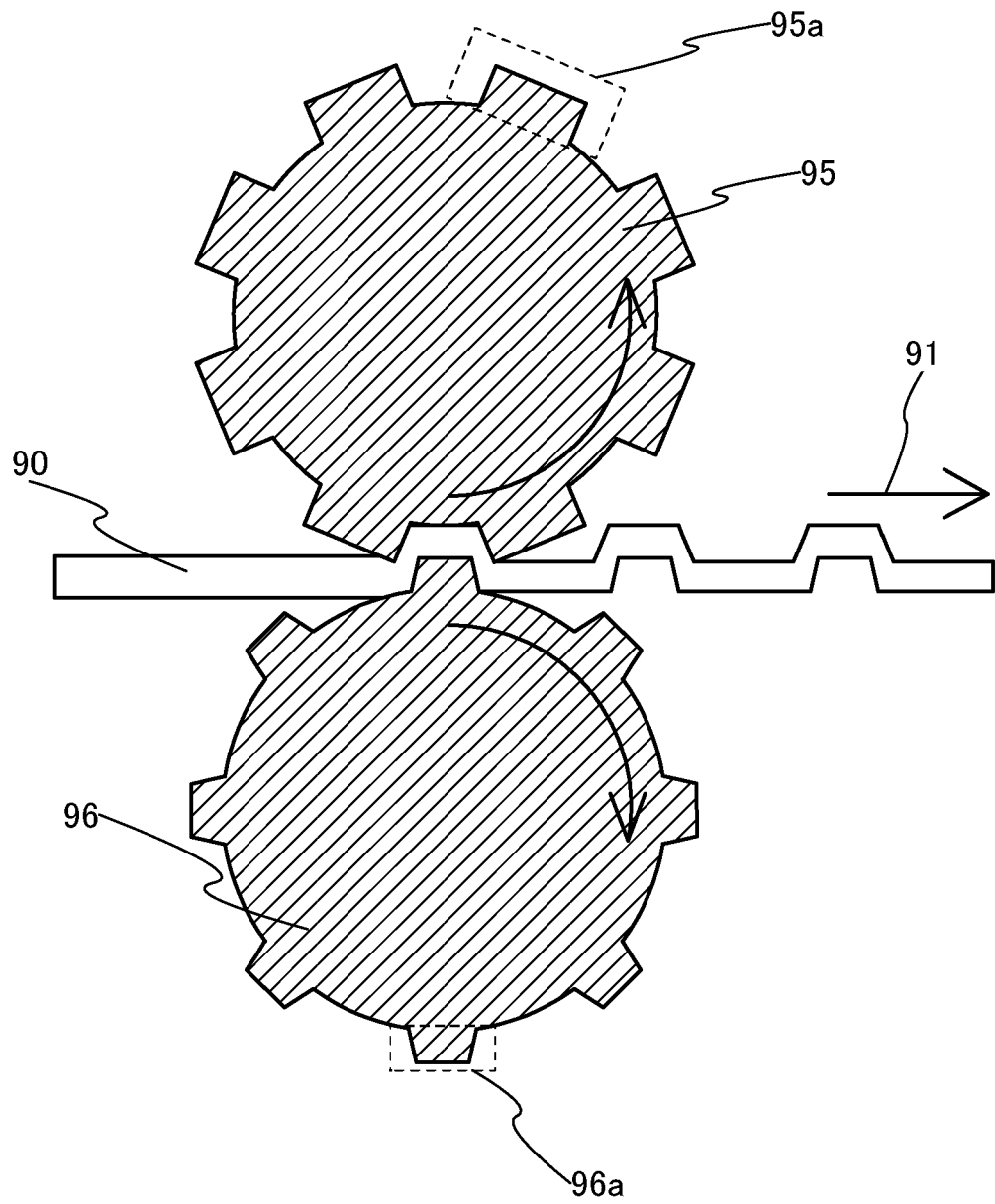


FIG. 12A

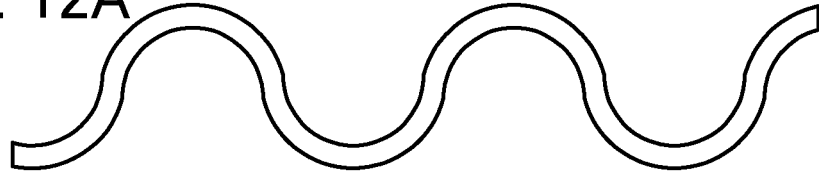


FIG. 12B



FIG. 12C

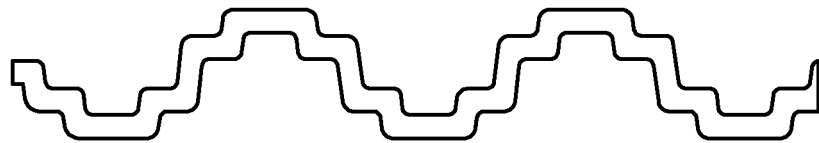


FIG. 12D



FIG. 12E

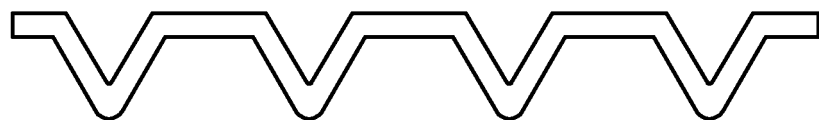


FIG. 13A

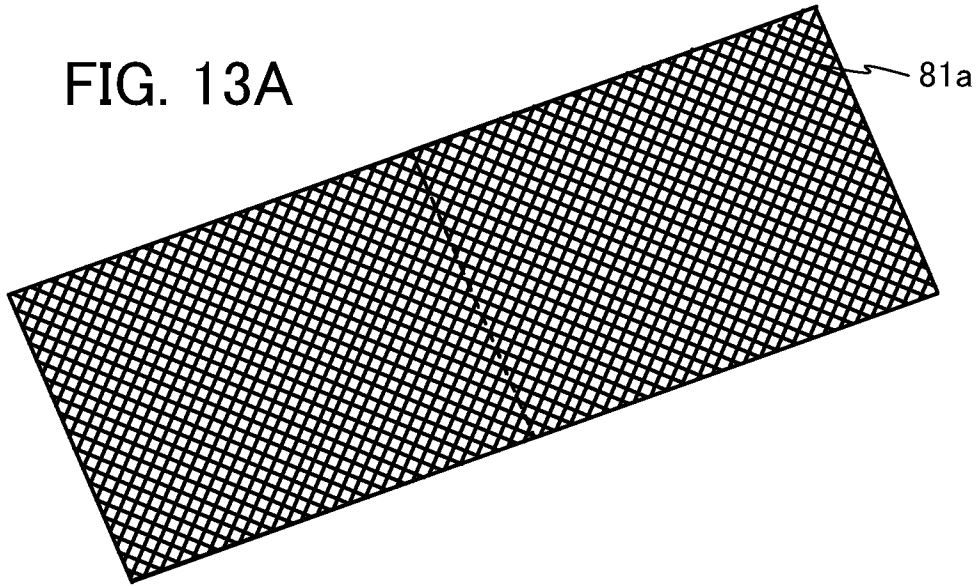


FIG. 13B

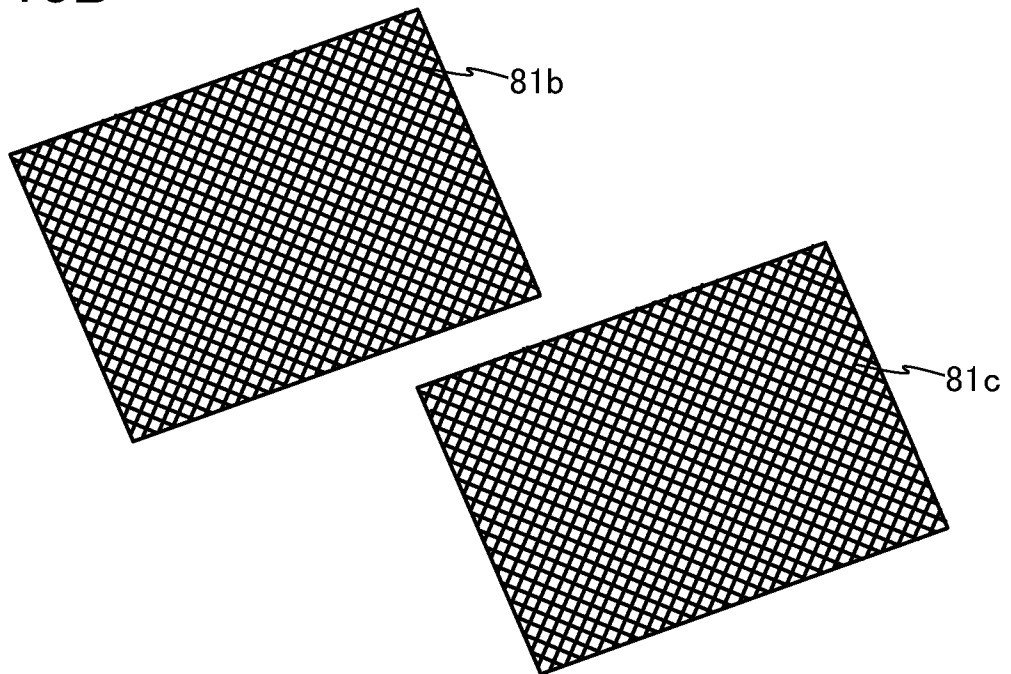


FIG. 14A

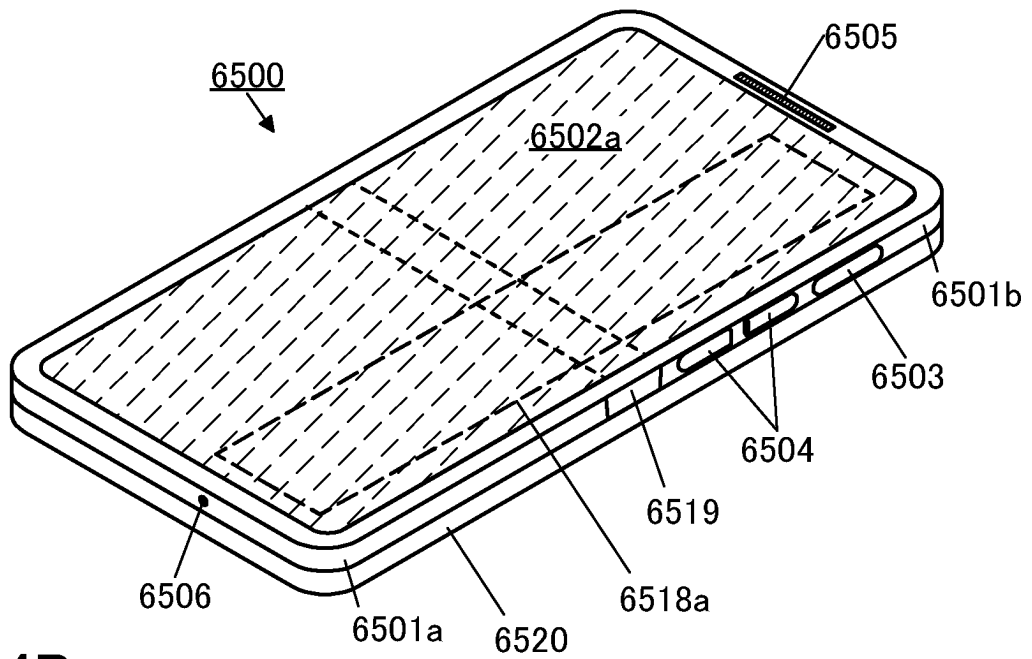


FIG. 14B

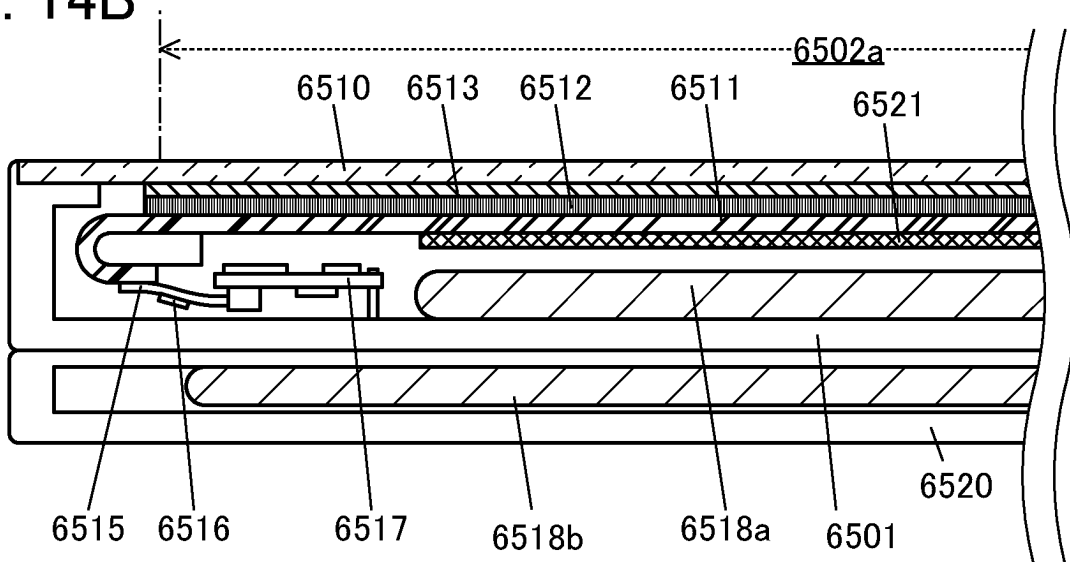


FIG. 15A

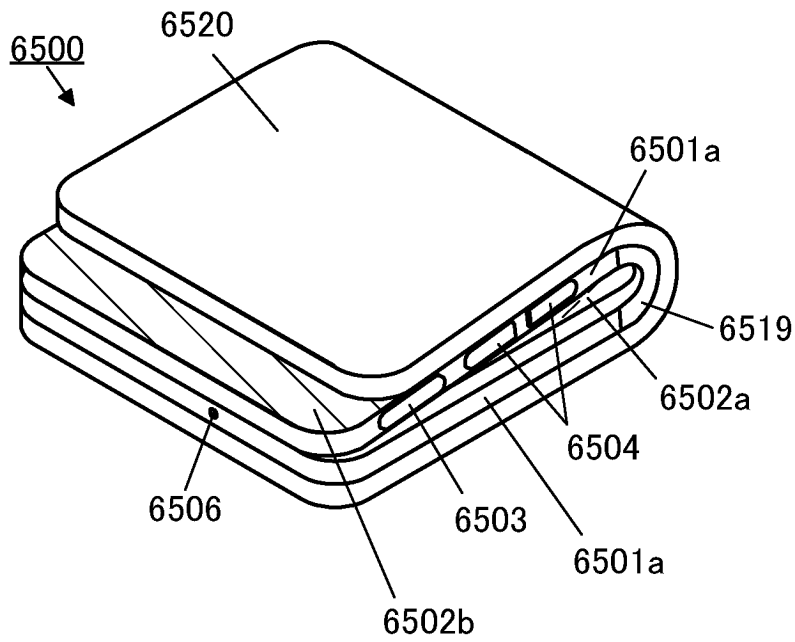


FIG. 15B

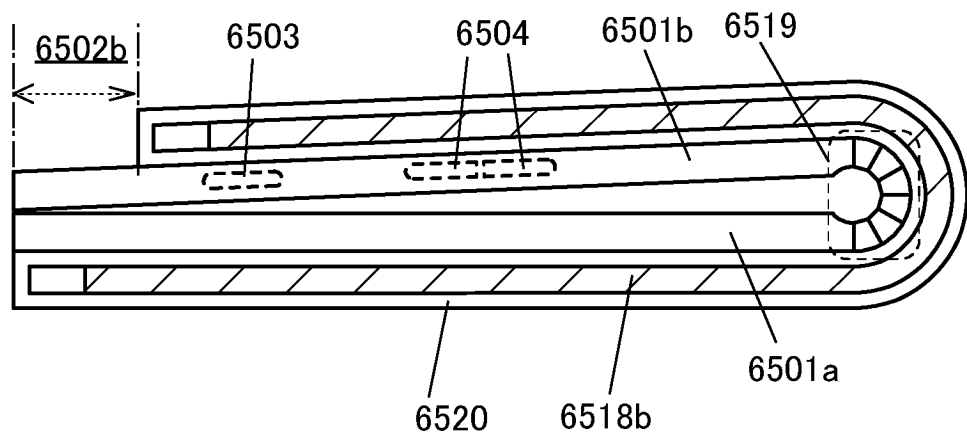


FIG. 16A

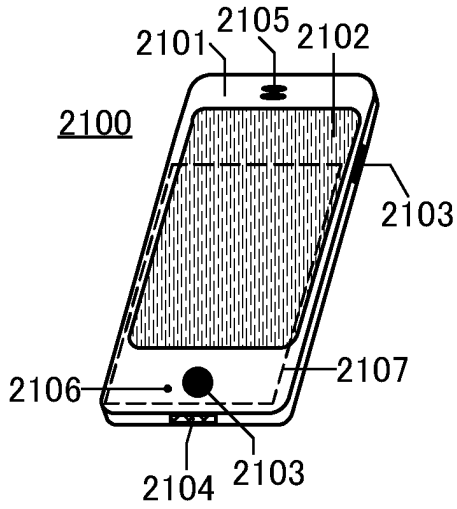


FIG. 16B

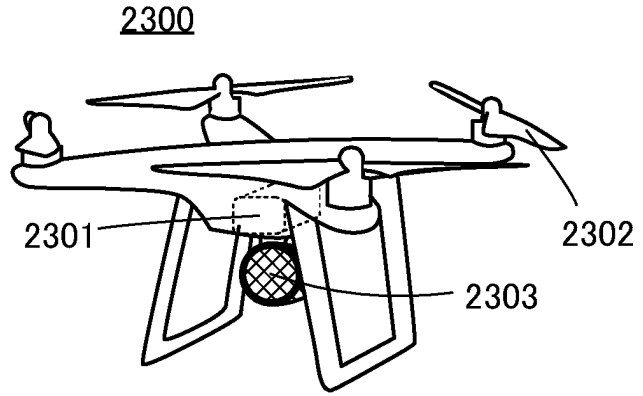


FIG. 16C

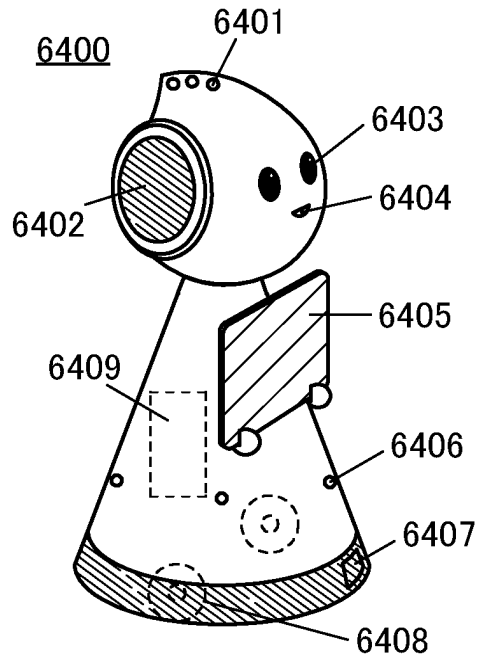


FIG. 16D

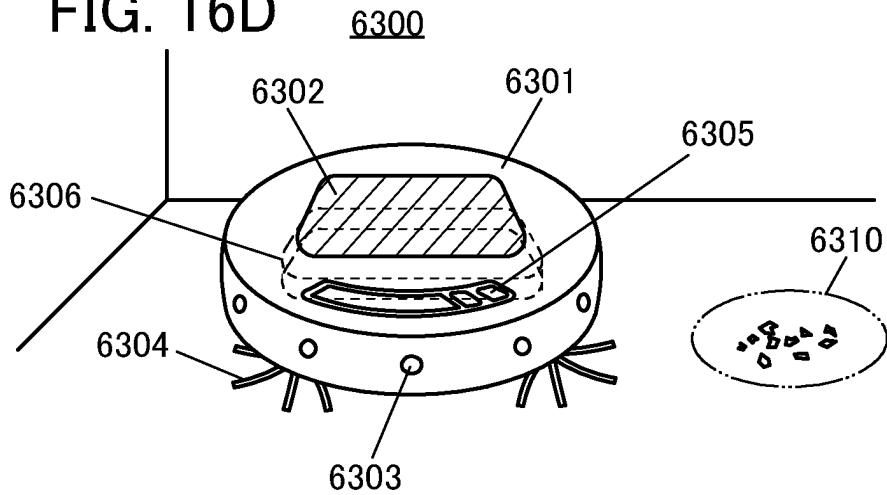


FIG. 17A

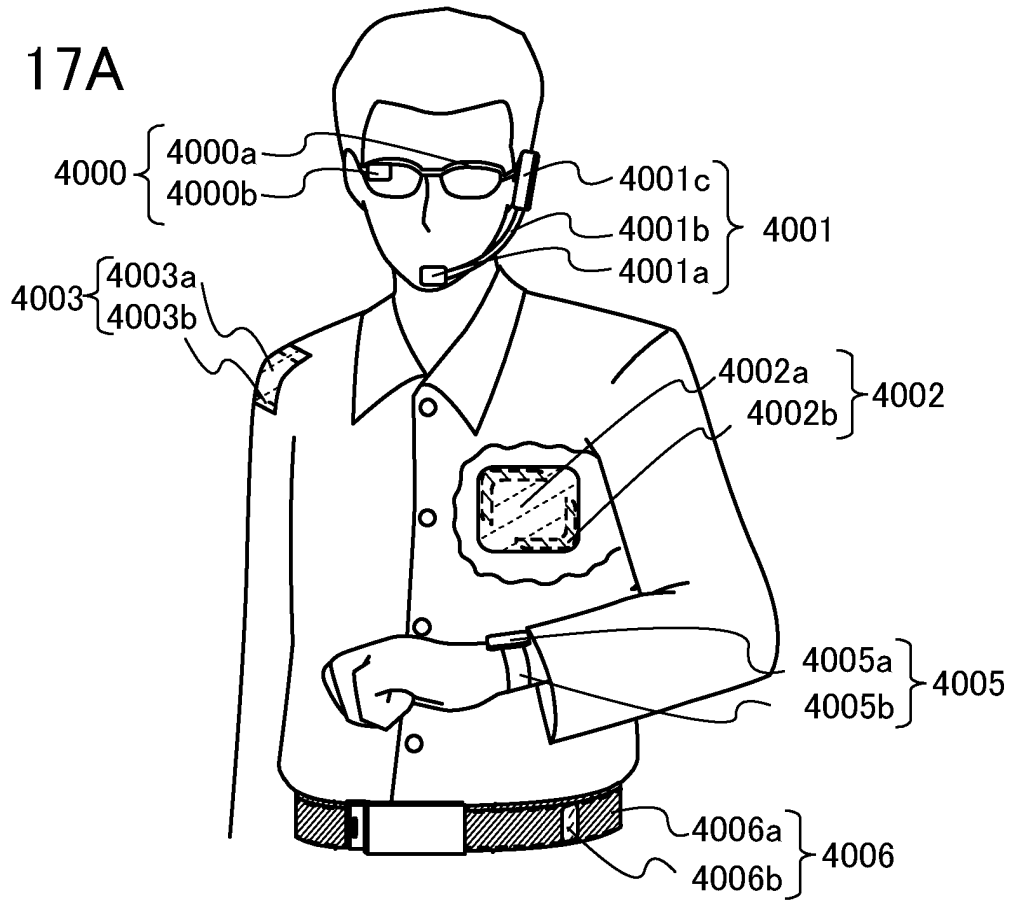


FIG. 17B

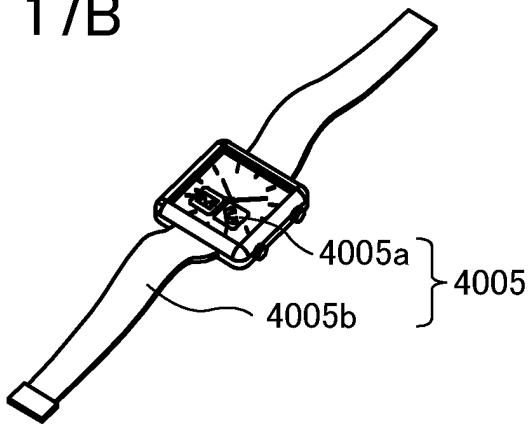


FIG. 17C

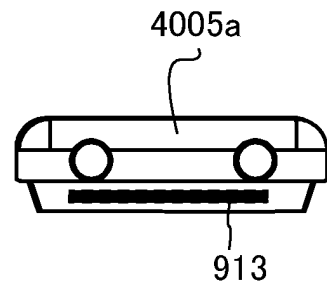


FIG. 17D

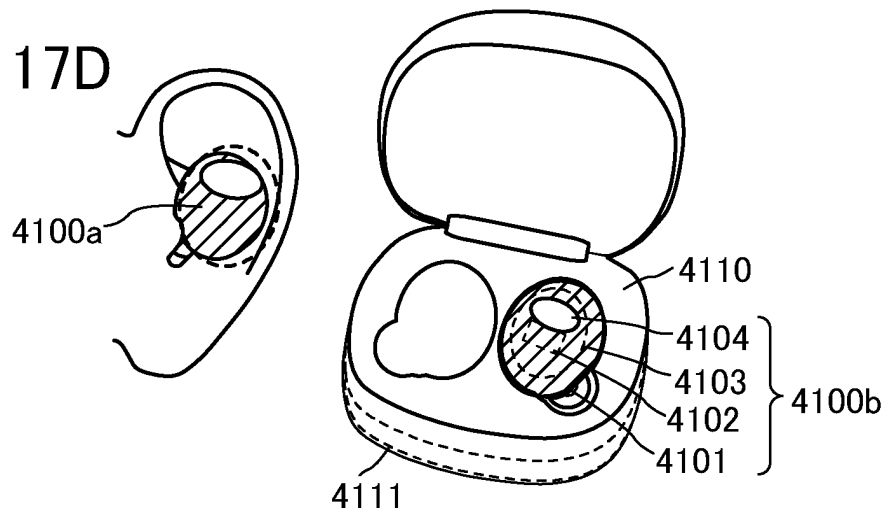


FIG. 18A

5000

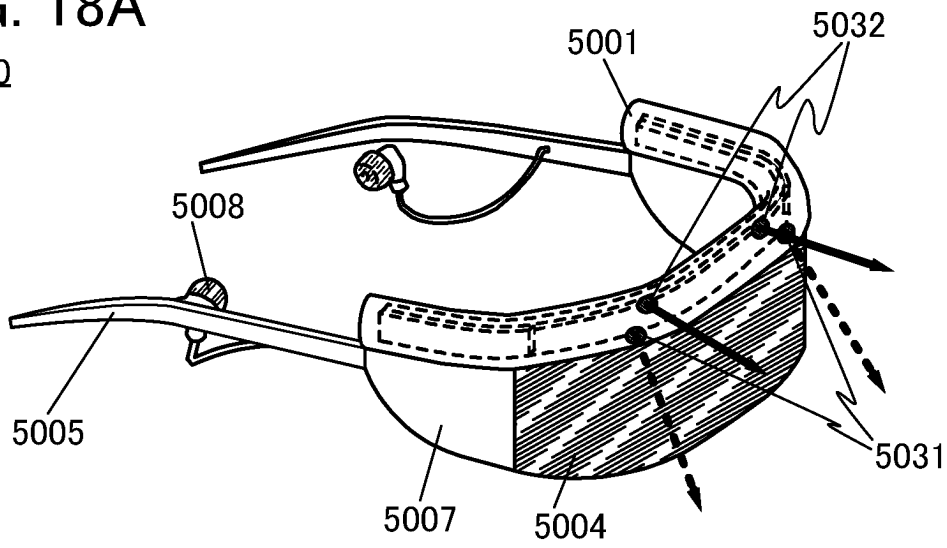


FIG. 18B

5000

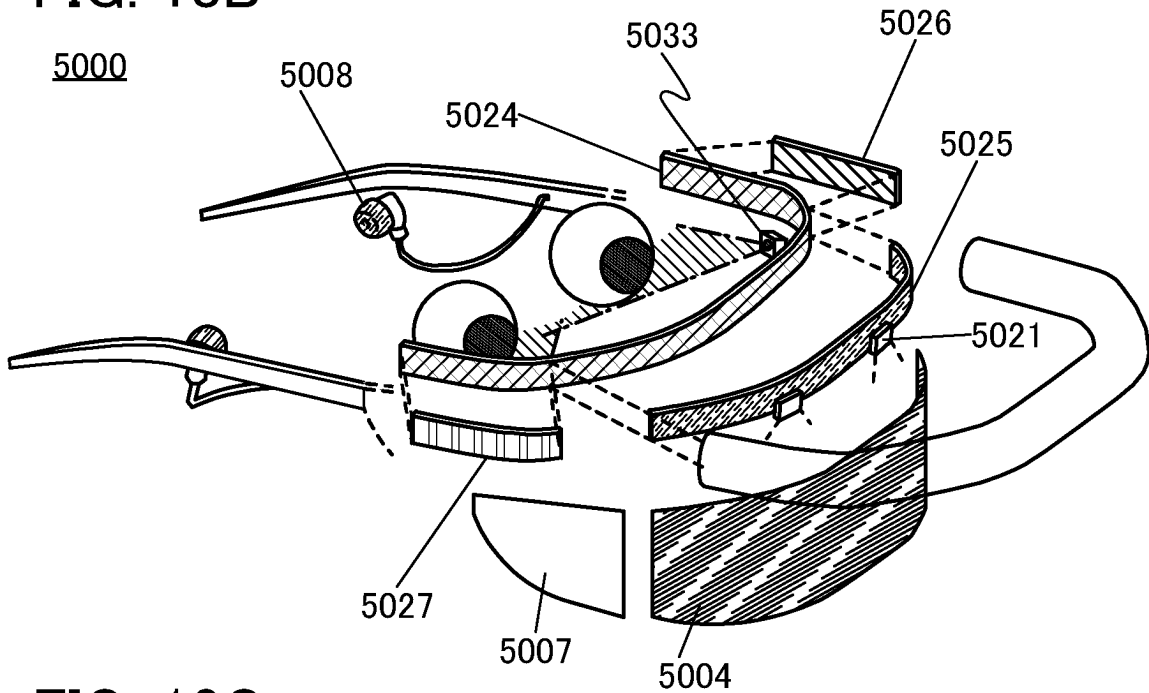


FIG. 18C

5000

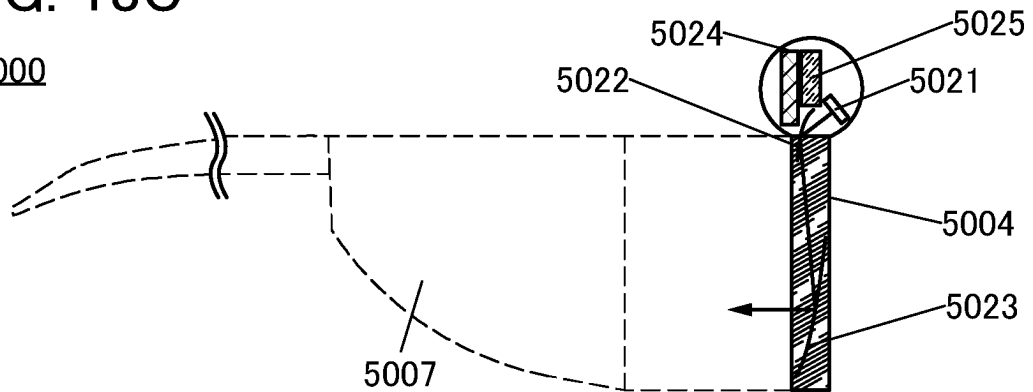


FIG. 19A

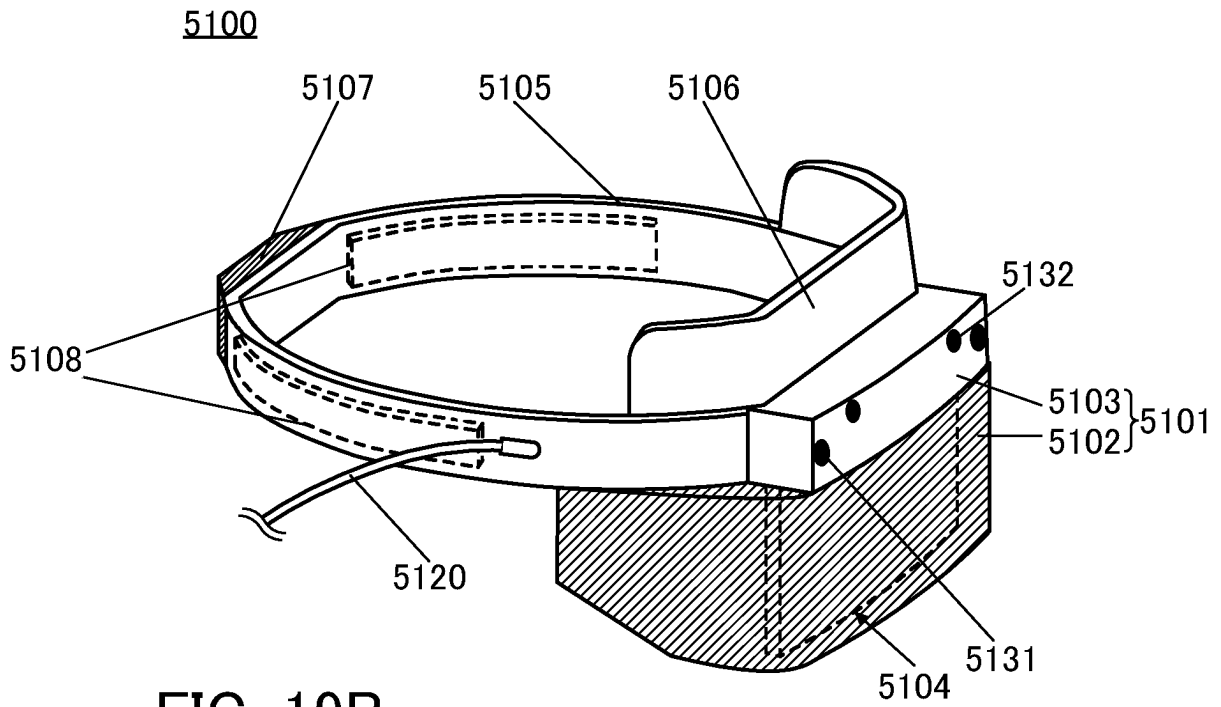


FIG. 19B

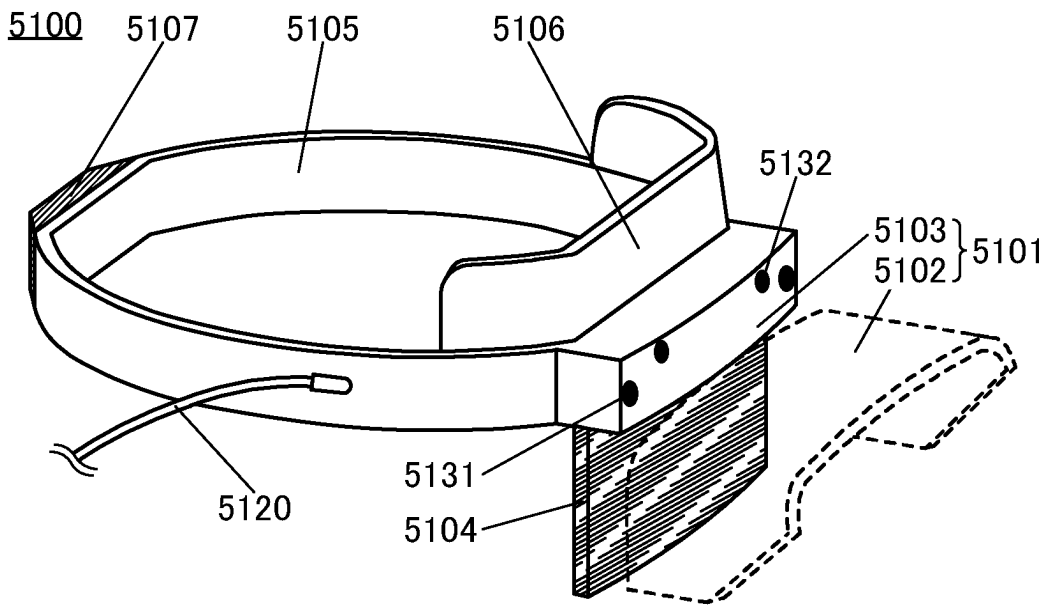


FIG. 19C

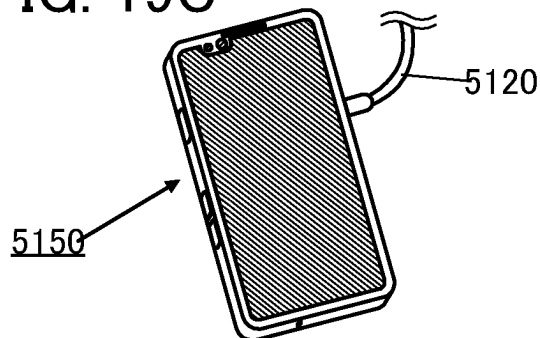


FIG. 20A

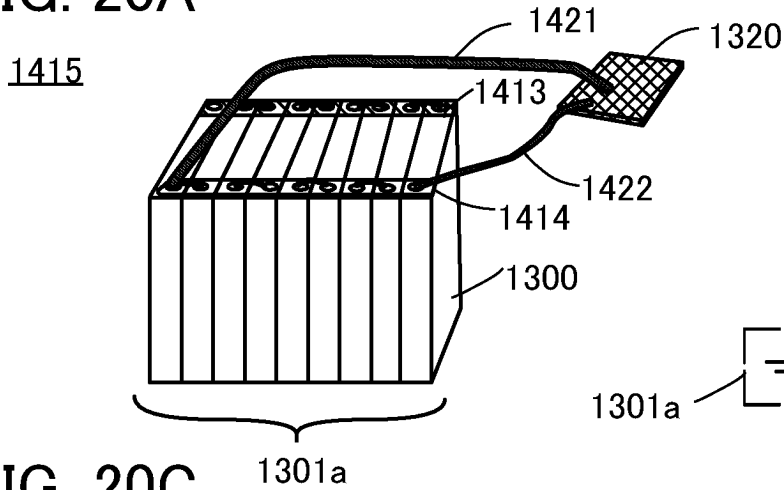


FIG. 20B

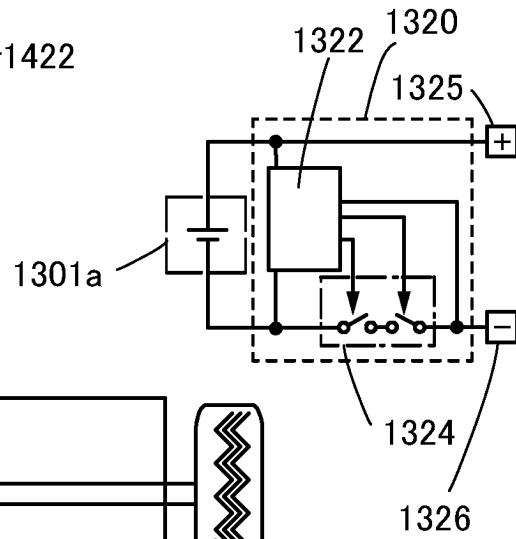


FIG. 20C

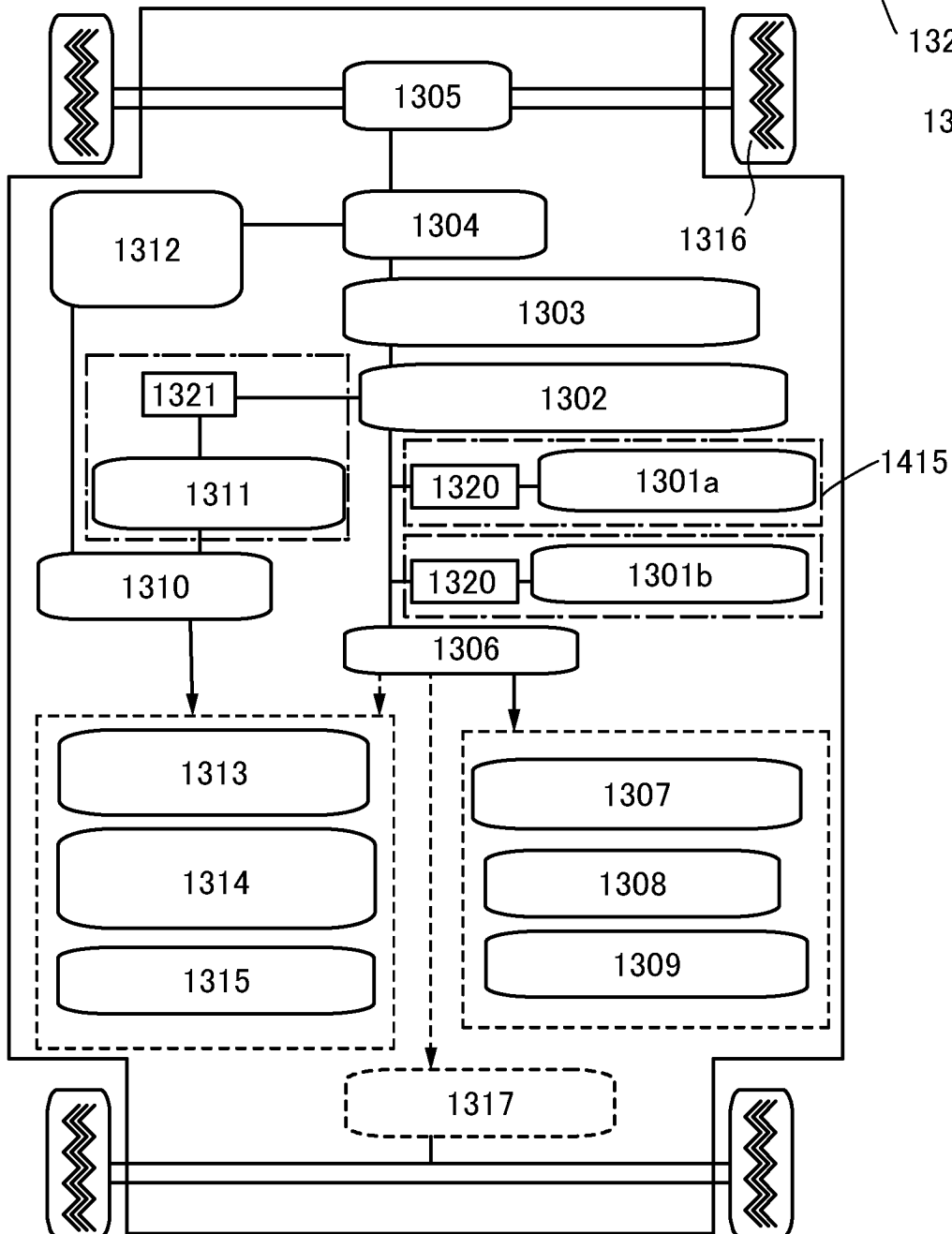


FIG. 21A

3001

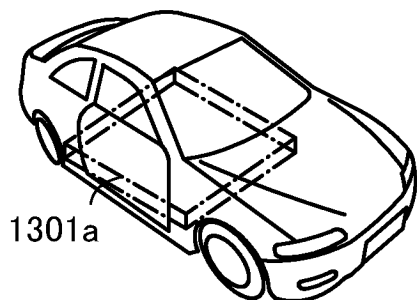


FIG. 21B

3002

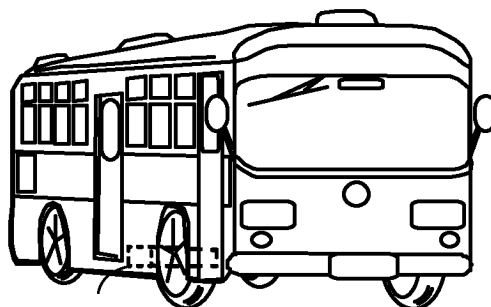
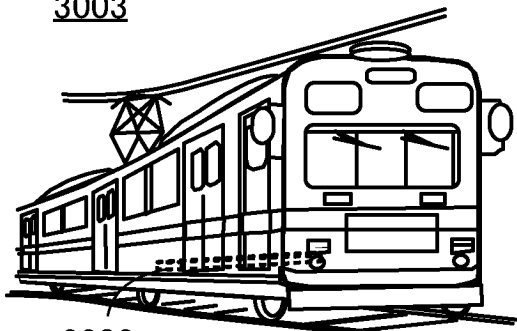


FIG. 21C

3003



3004 FIG. 21D

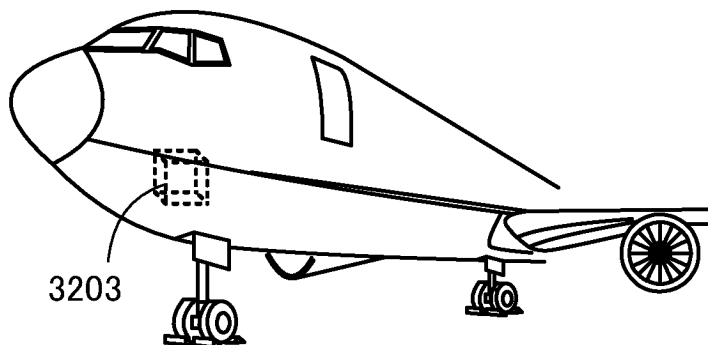


FIG. 21E

3005

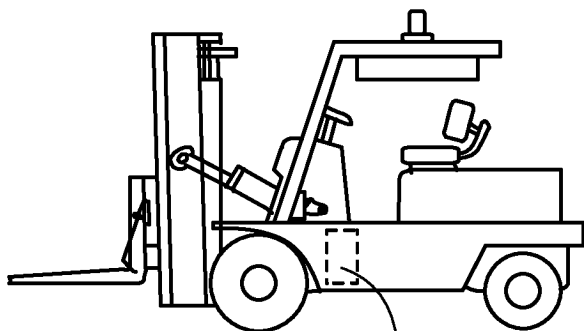


FIG. 22A

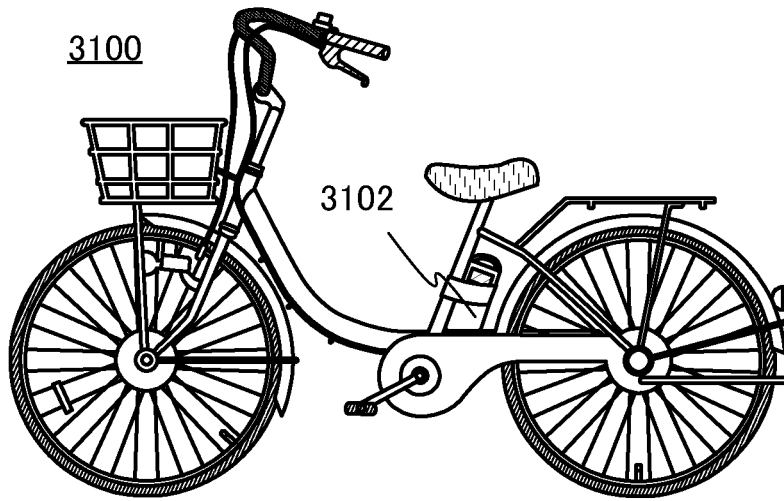


FIG. 22B

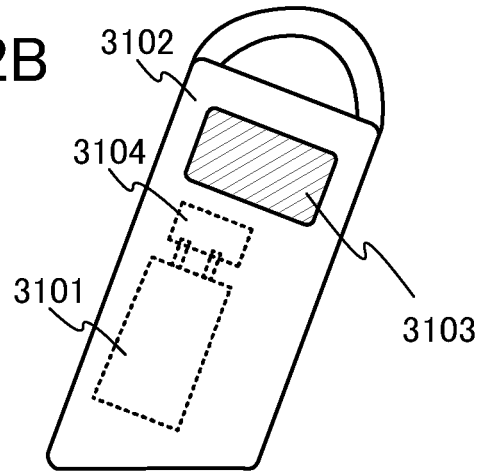


FIG. 22C

3300

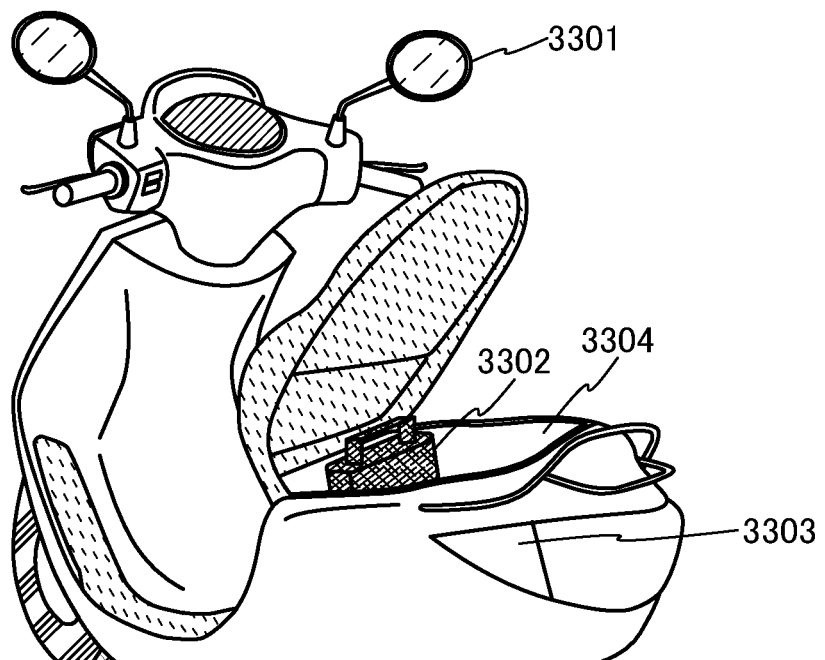


FIG. 23A

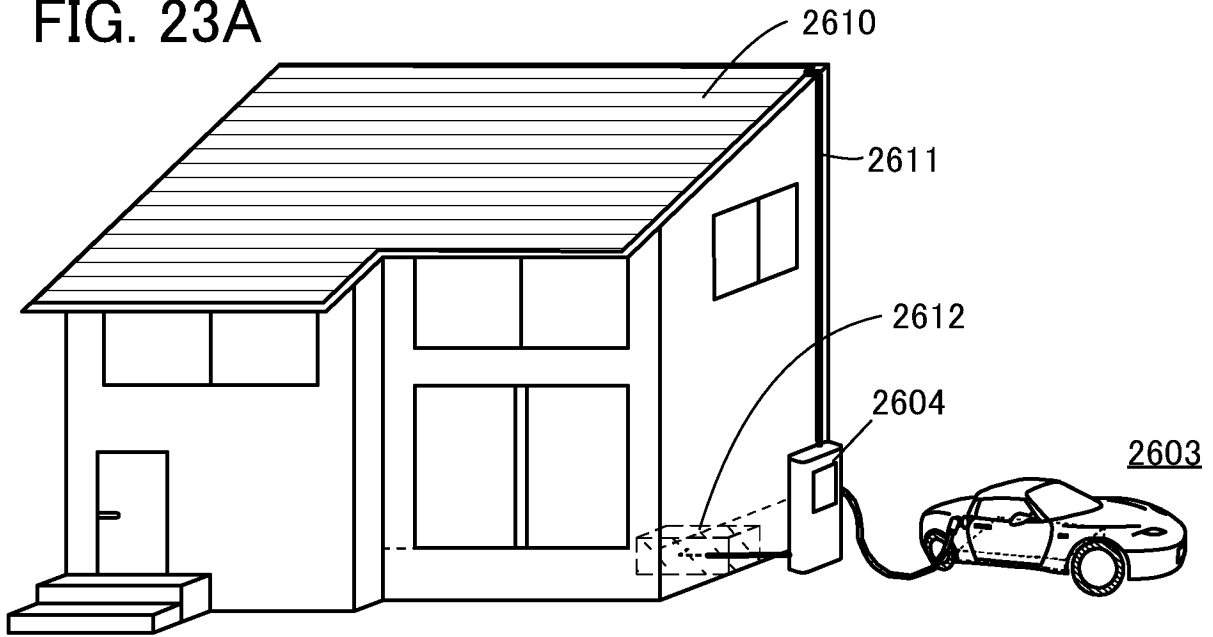


FIG. 23B

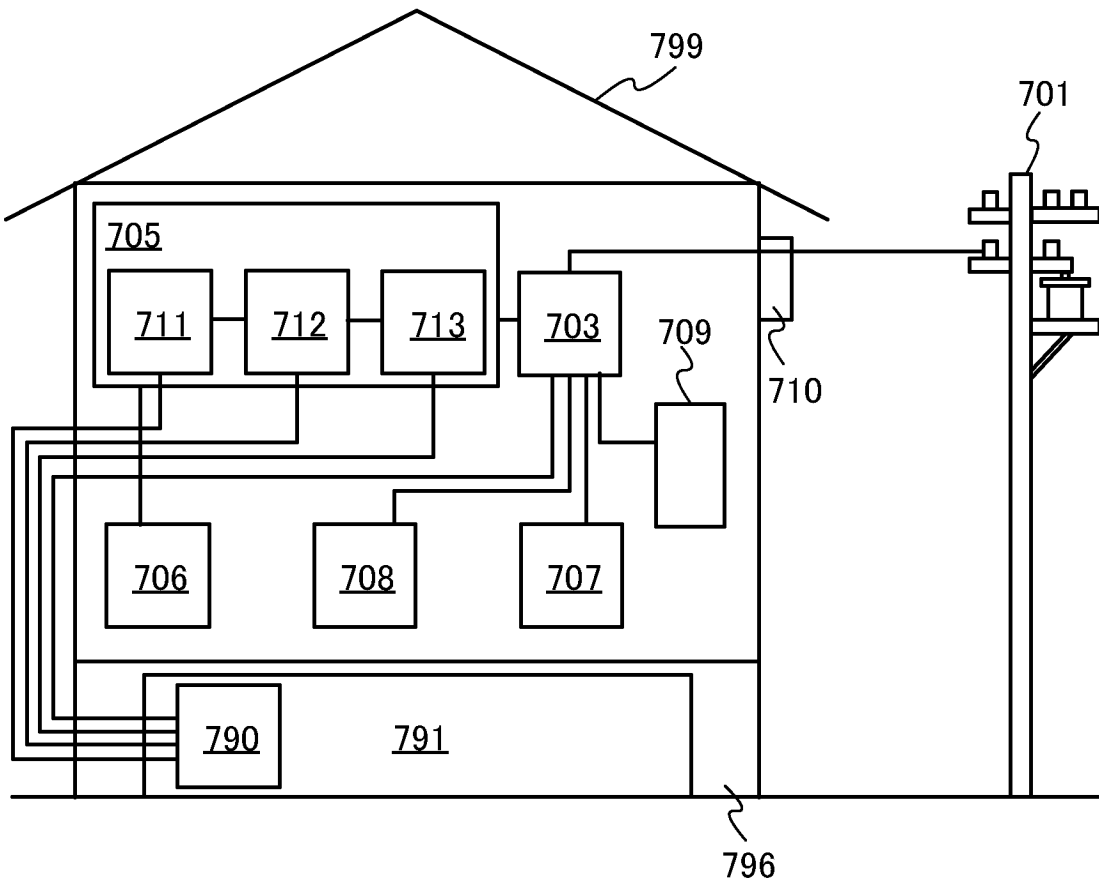


FIG. 24A  
6800

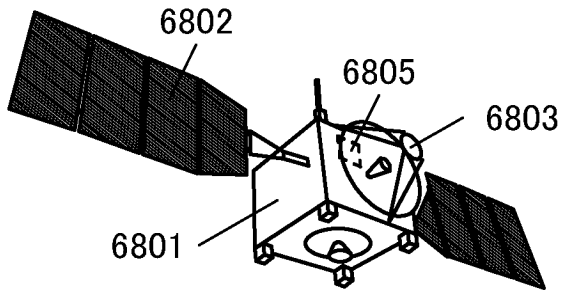


FIG. 24B

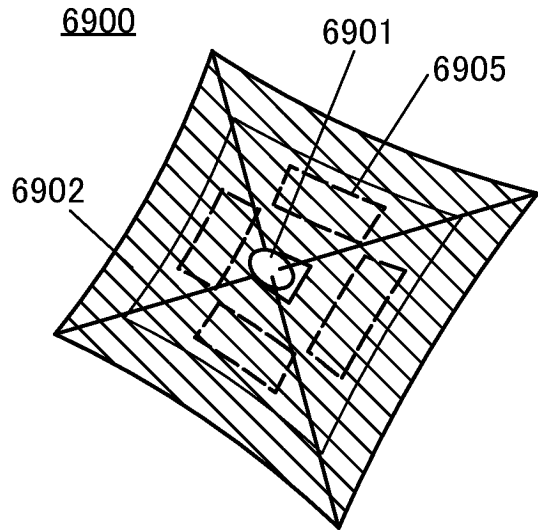


FIG. 24C

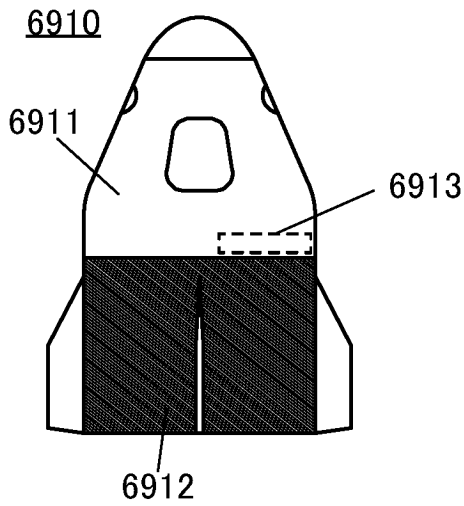


FIG. 24D

