



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/112894**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 006 182.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2021/060484**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.11.2021**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.06.2022**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.09.2023**

(51) Int Cl.: **G01R 31/389** (2019.01)
H02J 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2020-197181 **27.11.2020** **JP**
2021-143691 **03.09.2021** **JP**

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

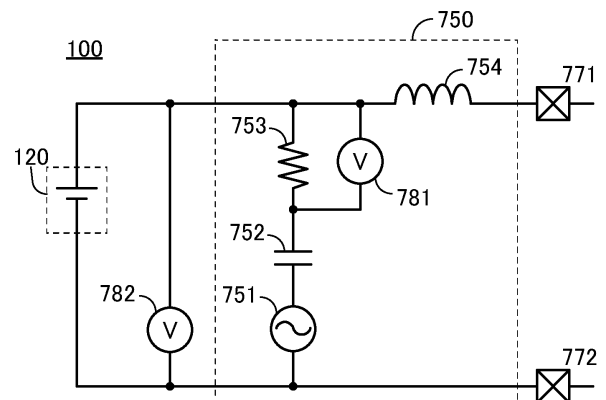
(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,
80802 München, DE**

(72) Erfinder:
Ikeda, Takayuki, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;
Tsukamoto, Yosuke, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;
Osada, Takeshi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Inoue,
Hiroki, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Kimura,
Kiyotaka, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Sato,
Shunsuke, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Mizuguchi,
Toshiki, Atsugi-shi, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Energiespeichersystem, Fahrzeug und elektronisches Gerät**

(57) Zusammenfassung: Ein Energiespeichersystem, ein Steuersystem für Sekundärbatterien, eine Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen werden bereitgestellt, die einen geringen Stromverbrauch aufweisen. Ein hochintegriertes Energiespeichersystem, ein hochintegriertes Steuersystem für Sekundärbatterien, eine hochintegrierte Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen werden bereitgestellt. Das Energiespeichersystem umfasst eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden. Die Messschaltung weist eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands auf.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Messschaltung, ein Steuersystem und ein Energiespeichersystem. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Batteriesteuerschaltung, eine Batterieschutzschaltung, eine Energiespeichervorrichtung und ein elektrisches Gerät. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Sekundärbatterie. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Halbleitervorrichtung und ein Betriebsverfahren der Halbleitervorrichtung.

[0002] Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das vorstehende technische Gebiet beschränkt ist. Das technische Gebiet der in dieser Beschreibung und dergleichen offenbarten Erfindung betrifft einen Gegenstand oder ein Verfahren. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung (Zusammensetzung eines Materials). Daher umfassen insbesondere Beispiele für das technische Gebiet einer Ausführungsform der in dieser Beschreibung offenbarten vorliegenden Erfindung eine Anzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Abbildungsvorrichtung, eine Speichervorrichtung, ein Betriebsverfahren dafür und ein Herstellungsverfahren dafür.

Stand der Technik

[0003] Energiespeichervorrichtungen (auch als Batterien oder Sekundärbatterien bezeichnet) werden in verschiedenen Bereichen von kleinen elektronischen Geräten bis auf Fahrzeuge verwendet. Mit einer Erweiterung des Anwendungsbereichs von Batterien nehmen Applikationen unter Verwendung eines Batteriestapels mit einer Multizellenstruktur zu, bei der mehrere Batteriezellen in Reihe geschaltet sind.

[0004] Eine Energiespeichervorrichtung weist eine Schaltung zur Erfassung einer Abnormität bei der Ladung und Entladung, wie z. B. einer Überentladung, einer Überladung, eines Überstroms oder eines Kurzschlusses, auf. Auf diese Weise werden in einer Schaltung zum Schützen und Steuern von Batterien Daten einer Spannung, eines Stroms und dergleichen erhalten, um die Abnormität bei der Ladung und Entladung zu erfassen. In einer solchen Schaltung wird aufgrund von beobachteten Daten eine Steuerung, wie z. B. eine Unterbrechung der Ladung und Entladung, ein Zellenausgleich oder dergleichen, durchgeführt.

[0005] Patentdokument 1 offenbart einen als Batterieschutzschaltung dienenden Schutz-IC. Patentdokument 1 offenbart den Schutz-IC mit mehreren innen bereitgestellten Komparatoren (Vergleichern), der die Abnormität bei der Ladung und Entladung unter Vergleich zwischen einer Bezugsspannung und einer Spannung eines Anschlusses erfasst, an den die Batterie angeschlossen ist.

[0006] Patentdokument 2 offenbart eine Vorrichtung zur Erfassung eines Batteriezustandes, die einen winzigen Kurzschluss einer Sekundärbatterie erfasst, und einen Batteriepack mit dieser eingebauten Vorrichtung.

[0007] Patentdokument 3 offenbart eine Schutzhalbleitervorrichtung zum Schützen einer zusammengesetzten Batterie, bei der Zellen einer Sekundärbatterie in Reihe geschaltet sind. Patentdokument 4 offenbart eine Vorrichtung zur Erfassung eines Innenwiderstandswerts einer Sekundärbatterie.

[0008] In Patentdokument 5 ist ein für eine Halbleitervorrichtung zum Steuern von Batterien verwendeter Power-MOSFET beschrieben.

[Referenzen]

[Patentdokumente]

[Patentdokument 1] US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2011-267726

[Patentdokument 2] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2010-66161

[Patentdokument 3] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2010-220389

[Patentdokument 4] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2008-175556

[Patentdokument 5] Internationale PCT-Veröffentlichung Nr. WO2017/094185

Zusammenfassung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0009] Eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein neuartiges Energiespeichersystem, ein neuartiges Steuersystem für Sekundärbatterien, eine neuartige Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Energiespeichersystem, ein Steuersystem für Sekundärbatterien, eine Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen bereitzustellen, die einen geringen Stromverbrauch aufweisen. Eine weitere Aufgabe einer weiteren Ausführungsform der

vorliegenden Erfindung ist, ein hochintegriertes Energiespeichersystem, ein hochintegriertes Steuersystem für Sekundärbatterien, eine hochintegrierte Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen bereitzustellen.

[0010] Eine weitere Aufgabe einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein neuartiges System, eine Messschaltung, eine Batteriesteuerungsschaltung, eine Batterieschutzschaltung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Halbleitervorrichtung, ein Fahrzeug, ein elektronisches Gerät und dergleichen bereitzustellen.

[0011] Es sei angemerkt, dass die Aufgaben der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf die vorstehend aufgeführten Aufgaben beschränkt sind. Die vorstehend aufgeführten Aufgaben stehen dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege. Es sei angemerkt, dass es sich bei den weiteren Aufgaben um diejenigen handelt, die in diesem Abschnitt nicht genannt worden sind und im Folgenden beschrieben werden. Für Fachleute werden die in diesem Abschnitt nicht genannten Aufgaben aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen und dergleichen ersichtlich, und sie können diese je nach Bedarf davon ableiten. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mindestens eine der vorstehend aufgeführten Aufgaben und der weiteren Aufgaben lösen soll.

Mittel zur Lösung des Problems

[0012] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer von Positiv- und Negativelektroden der Sekundärbatterie verbunden. Die Messschaltung weist eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands auf.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden. Die

Messschaltung weist eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands auf.

[0014] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer von Positiv- und Negativelektroden der Sekundärbatterie verbunden. Die Messschaltung weist eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands auf.

[0015] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden. Die Messschaltung weist eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands auf.

[0016] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration das Energiespeichersystem eine Funktion zur Messung der Impedanz während der Zuführung eines Ladestroms oder eines Entladestroms zu der Sekundärbatterie aufweist.

[0017] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration der andere Anschluss des Induktors elektrisch mit einer ersten Schaltung verbunden ist, und die erste Schaltung eine Funktion zum Steuern der Ladung der Sekundärbatterie aufweist.

[0018] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration der Ladestrom für die Sekundärbatterie von der ersten Schaltung über den Induktor zu der Sekundärbatterie zugeführt wird.

[0019] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration die Messschaltung eine Funktion zur Anlegung einer Spannung mit einem Wechselstromanteil an die Sekundärbatterie aufweist, die Messschaltung eine Funktion zum Sweep einer Frequenz des Wechselstromanteils aufweist, und das Energiespeichersystem eine Funktion zur Schätzung eines Zustands der Sekundärbatterie aufgrund des

Zusammenhang zwischen der Frequenz und einem Stromwert des Widerstands aufweist.

[0020] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration das Energiespeichersystem eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen der Sekundärbatterie aufgrund des geschätzten Zustands aufweist.

[0021] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator, einen Induktor und eine Wechselsignalquelle. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer von Positiv- und Negativelektroden der Sekundärbatterie verbunden. Die Wechselsignalquelle ist elektrisch mit der anderen Elektrode des Kondensators und der anderen der Positiv- und Negativelektroden der Sekundärbatterie verbunden.

[0022] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator, einen Induktor und eine Wechselsignalquelle. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden. Die Wechselsignalquelle ist elektrisch mit der anderen Elektrode des Kondensators und einer Negativelektrode der Sekundärbatterie verbunden.

[0023] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator, einen Induktor und eine Wechselsignalquelle. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer von Positiv- und Negativelektroden der Sekundärbatterie verbunden. Die Wechselsignalquelle ist elektrisch mit dem anderen Anschluss des Widerstands und der anderen der Positiv- und Negativelektroden der Sekundärbatterie verbunden.

[0024] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Energiespeichersystem umfassend eine Sekundärbatterie und eine Messschal-

tung. Die Messschaltung umfasst einen Widerstand, einen Kondensator, einen Induktor und eine Wechselsignalquelle. Ein Anschluss des Widerstands ist elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators ist elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden. Der eine Anschluss des Induktors ist elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden. Die Wechselsignalquelle ist elektrisch mit dem anderen Anschluss des Widerstands und einer Negativelektrode der Sekundärbatterie verbunden.

[0025] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration das Energiespeichersystem eine Funktion zum Sweep einer Frequenz eines von der Wechselsignalquelle ausgegebenen Signals und zum Erhalten des Zusammenhangs zwischen einem Stromwert des Widerstands und der Frequenz aufweist.

[0026] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration das Energiespeichersystem eine Funktion zur Schätzung eines Zustands der Sekundärbatterie aufgrund des Zusammenhangs zwischen dem Stromwert des Widerstands und der Frequenz und eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen der Sekundärbatterie aufgrund des geschätzten Zustands aufweist.

[0027] Es ist bevorzugt, dass bei der vorstehenden Konfiguration die Messung des Stromwerts des Widerstands in einem Zustand durchgeführt wird, in dem der Sekundärbatterie ein Ladestrom oder ein Entladestrom zugeführt wird.

[0028] Das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist vorzugsweise einen Temperatursensor auf.

[0029] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Fahrzeug umfassend ein Energiespeichersystem, mit dem eine der vorstehenden Konfigurationen ausgestattet ist.

[0030] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein elektronisches Gerät umfassend ein Energiespeichersystem, mit dem eine der vorstehenden Konfigurationen ausgestattet ist.

Wirkung der Erfindung

[0031] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können ein neuartiges Energiespeichersystem, ein neuartiges Steuersystem für Sekundärbatterien, eine neuartige Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen bereitgestellt werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können ein Energiespeichersystem, ein Steuersystem für Sekundärbatterien,

eine Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen bereitgestellt werden, die einen geringen Stromverbrauch aufweisen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können ein hochintegriertes Energiespeichersystem, ein hochintegriertes Steuersystem für Sekundärbatterien, eine hochintegrierte Messschaltung für Sekundärbatterien und dergleichen bereitgestellt werden.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können ein neuartiges System, eine Messschaltung, eine Batteriesteuerschaltung, eine Batterieschutzschaltung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Halbleitervorrichtung, ein Fahrzeug, ein elektronisches Gerät und dergleichen bereitgestellt werden.

[0033] Es sei angemerkt, dass die Wirkungen der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf die vorstehend aufgeführten Wirkungen beschränkt sind. Die vorstehend aufgeführten Wirkungen stehen dem Vorhandensein weiterer Wirkungen nicht im Wege. Es sei angemerkt, dass es sich bei den weiteren Wirkungen um die Wirkungen handelt, die in diesem Abschnitt nicht genannt worden sind und im Folgenden beschrieben werden. Für Fachleute werden die in diesem Abschnitt nicht genannten Wirkungen aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen und dergleichen ersichtlich, und sie können diese je nach Bedarf davon ableiten. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mindestens eine der vorstehend aufgeführten Wirkungen und der weiteren Wirkungen aufweisen soll. Daher weist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einigen Fällen keine der vorstehend aufgeführten Wirkungen auf.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1A bis Fig. 1D sind jeweils ein ein Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellender Schaltplan. **Fig. 1E** ist ein ein Beispiel für eine Sekundärbatterie zeigender Schaltplan.

Fig. 2A und Fig. 2B sind jeweils ein ein Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellender Schaltplan.

Fig. 3A bis Fig. 3C sind jeweils ein ein Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellender Schaltplan.

Fig. 4A und Fig. 4B sind jeweils ein ein Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellender Schaltplan.

Fig. 5A und Fig. 5B zeigen Strukturbeispiele für ein neuronales Netz. **Fig. 5C** zeigt ein Beispiel für eine Struktur, bei der ein Steuersystem einen

Schalterabschnitt aufweist. **Fig. 5D** zeigt ein Strukturbeispiel für den Schalterabschnitt. **Fig. 6** stellt Kristallstrukturen eines Positivelektrodenaktivmaterials dar.

Fig. 7 stellt Kristallstrukturen eines Positivelektrodenaktivmaterials dar.

Fig. 8A und Fig. 8B zeigen jeweils ein Beispiel für eine Querschnittsansicht einer Sekundärbatterie.

Fig. 9A und Fig. 9B zeigen jeweils ein Beispiel für eine Außenansicht einer Sekundärbatterie.

Fig. 10A und Fig. 10B stellen Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie dar.

Fig. 11A und Fig. 11 B stellen Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie dar.

Fig. 12A und Fig. 12B zeigen jeweils ein Beispiel für eine Sekundärbatterie. **Fig. 12C** und

Fig. 12D zeigen jeweils ein Beispiel für ein Energiespeichersystem.

Fig. 13A bis Fig. 13C zeigen jeweils ein Beispiel für einen Batteriepack.

Fig. 14 ist eine ein Beispiel für eine Sekundärbatterie zeigende Querschnittsansicht.

Fig. 15A zeigt ein Beispiel für eine Sekundärbatterie. **Fig. 15B** und **Fig. 15C** zeigen jeweils ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren einer Schichtanordnung.

Fig. 16A bis Fig. 16C zeigen jeweils ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie.

Fig. 17A und Fig. 17B sind jeweils eine ein Beispiel für eine Schichtanordnung zeigende Querschnittsansicht. **Fig. 17C** ist eine ein Beispiel für eine Sekundärbatterie zeigende Querschnittsansicht.

Fig. 18A und Fig. 18B zeigen jeweils ein Beispiel für eine Sekundärbatterie. **Fig. 18C** zeigt ein Beispiel für ein gewickeltes Teil.

Fig. 19A zeigt ein Beispiel für ein gewickeltes Teil einer Sekundärbatterie. **Fig. 19B** zeigt ein Beispiel für eine Struktur einer Sekundärbatterie. **Fig. 19C** zeigt ein Beispiel für eine Sekundärbatterie.

Fig. 20A ist eine ein Beispiel für einen Batteriepack zeigende perspektivische Ansicht.

Fig. 20B ist ein ein Beispiel für einen Batteriepack zeigendes Blockdiagramm. **Fig. 20C** ist ein ein Beispiel für ein Fahrzeug mit einem Motor zeigendes Blockdiagramm.

Fig. 21A bis Fig. 21E zeigen Beispiele für Transportfahrzeuge.

Fig. 22A zeigt ein elektrisches Fahrrad, **Fig. 22B** zeigt eine Sekundärbatterie für das elektrische Fahrrad, und **Fig. 22C** stellt ein elektrisches Motorrad dar.

Fig. 23A und **Fig. 23B** zeigen jeweils ein Beispiel für eine Energiespeichervorrichtung.

Fig. 24A bis **Fig. 24E** zeigen Beispiele für elektronische Geräte.

Fig. 25A bis **Fig. 25H** stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 26A bis **Fig. 26C** stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 27 stellt Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 28A bis **Fig. 28C** stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 29A bis **Fig. 29C** zeigen Beispiele für elektronische Geräte.

Ausführungsformen der Erfindung

[0034] Nachstehend werden Ausführungsformen anhand der Zeichnungen beschrieben. Jedoch können die Ausführungsformen in vielen verschiedenen Aspekten implementiert werden und es ist für Fachleute leicht verständlich, dass diese Aspekte und Details auf verschiedene Weise modifiziert werden können, ohne dabei vom Gedanken und Schutzbereich dieser abzuweichen. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt angesehen werden.

[0035] Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung und dergleichen Ordnungszahlen, wie z. B. „erstes“, „zweites“ und „drittes“, verwendet werden, um eine Verwechslung zwischen Komponenten zu vermeiden. Daher schränken diese Begriffe die Anzahl der Komponenten nicht ein. Ferner schränken diese Begriffe die Reihenfolge der Komponenten nicht ein. In dieser Beschreibung und dergleichen kann beispielsweise eine „erste“ Komponente einer Ausführungsform als „zweite“ Komponente bei einer anderen Ausführungsform oder in Patentansprüchen bezeichnet werden. Außerdem kann in dieser Beschreibung und dergleichen beispielsweise eine „erste“ Komponente einer Ausführungsform bei einer anderen Ausführungsform oder in Patentansprüchen weggelassen werden.

[0036] Es sei angemerkt, dass in den Zeichnungen gleiche Bestandteile, ähnliche Funktionen aufweisende Bestandteile, aus dem gleichen Material bestehende Bestandteile, gleichzeitig ausgebildete Bestandteile und dergleichen in einigen Fällen durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet

werden und eine wiederholte Beschreibung dieser Bestandteile weggelassen werden kann.

[0037] Es sei angemerkt, dass die Position, die Größe, der Bereich und dergleichen von jeder in den Zeichnungen und dergleichen dargestellten Komponente in einigen Fällen zum besseren Verständnis der Erfindung nicht genau dargestellt werden. Die offenbare Erfindung ist daher nicht notwendigerweise auf die Position, die Größe, den Bereich oder dergleichen beschränkt, welche in den Zeichnungen und dergleichen offenbart werden. Beispielsweise könnte im tatsächlichen Herstellungsprozess die Größe einer Photolackmaske oder dergleichen unabsichtlich durch eine Behandlung, wie z. B. Ätzen, verringert werden, was in einigen Fällen zum besseren Verständnis in der Zeichnung nicht reflektiert wird.

[0038] Außerdem könnte bei einer Draufsicht (auch als „Planansicht“ bezeichnet), einer perspektivischen Ansicht und dergleichen die Darstellung von einigen Komponenten zum besseren Verständnis der Zeichnungen weggelassen werden.

[0039] In dieser Beschreibung und dergleichen schränken die Begriffe „Elektrode“ und „Leitung“ die Funktionen dieser Komponenten nicht ein. Beispielsweise wird eine „Elektrode“ in einigen Fällen als Teil einer „Leitung“ verwendet und umgekehrt. Darüber hinaus kann mit dem Begriff „Elektrode“ und „Leitung“ auch eine Kombination aus mehreren integrierten „Elektroden“ und „Leitungen“ gemeint sein.

[0040] In dieser Beschreibung und dergleichen handelt es sich bei einem „Anschluss“ in einigen Fällen um eine Leitung oder eine an die Leitung angeschlossene Elektrode. In dieser Beschreibung und dergleichen wird in einigen Fällen ein Teil einer „Leitung“ als „Anschluss“ bezeichnet.

[0041] Es sei angemerkt, dass die Begriffe „über“ und „unter“ in dieser Beschreibung und dergleichen nicht unbedingt bedeuten, dass eine Komponente direkt über oder direkt unter und in direktem Kontakt mit einer anderen Komponente positioniert ist. Beispielsweise bedeutet der Ausdruck „eine Elektrode B über einer Isolierschicht A“ nicht unbedingt, dass die Elektrode B über und in direktem Kontakt mit der Isolierschicht A ausgebildet ist, und kann den Fall umfassen, dass eine weitere Komponente zwischen der Isolierschicht A und der Elektrode B bereitgestellt ist.

[0042] Wenn beispielsweise ein Transistor mit unterschiedlicher Polarität verwendet wird oder wenn die Stromflussrichtung im Schaltungsbetrieb verändert wird, könnten die Funktionen einer Source und eines Drains je nach den Betriebsbedingungen untereinander ausgetauscht werden; daher ist es

schwierig zu definieren, welche/welcher eine Source oder ein Drain ist. Daher können in dieser Beschreibung die Begriffe „Source“ und „Drain“ durcheinander ersetzt werden.

[0043] In dieser Beschreibung und dergleichen umfasst der Ausdruck „elektrisch verbunden“ den Fall, dass Komponenten direkt miteinander verbunden sind, und den Fall, dass Komponenten über „ein Objekt mit einer elektrischen Funktion“ verbunden sind. Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich des „Objekts mit einer elektrischen Funktion“, solange zwischen über das Objekt verbundenen Komponenten elektrische Signale übertragen und empfangen werden können. Auch wenn der Ausdruck „elektrisch verbunden“ verwendet wird, gibt es daher einen Fall, dass in einer realen Schaltung kein physikalischer Verbindungsabschnitt vorhanden ist und sich eine Leitung einfach erstreckt.

[0044] In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet außerdem „parallel“ beispielsweise den Zustand, in dem sich zwei gerade Linien in einem Winkel von größer als oder gleich -10° und kleiner als oder gleich 10° kreuzen. Demzufolge ist auch der Fall mit eingeschlossen, dass der Winkel größer als oder gleich -5° und kleiner als oder gleich 5° beträgt. Ferner bezeichnen „senkrecht“ und „orthogonal“ beispielsweise den Zustand, in dem sich zwei gerade Linien in einem Winkel von größer als oder gleich 80° und kleiner als oder gleich 100° kreuzen. Demzufolge ist auch der Fall mit eingeschlossen, dass der Winkel größer als oder gleich 85° und kleiner als oder gleich 95° beträgt.

[0045] Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung und dergleichen bei der Verwendung der beim Beschreiben von Rechenwerten und Messwerten verwendeten Begriffe „identisch“, „derselbe“, „gleich“, „gleichmäßig“ und dergleichen ein Fehlerbereich von $\pm 20\%$ mit eingeschlossen ist, sofern nicht anders angegeben.

[0046] In dieser Beschreibung und dergleichen wird in dem Fall, dass nach der Ausbildung einer Photolackmaske eine Ätzbehandlung durchgeführt wird, die Photolackmaske nach dem Ende der Ätzbehandlung entfernt, insofern keine besondere Beschreibung gegeben wird.

[0047] Außerdem bezeichnet eine Spannung in den meisten Fällen eine Potentialdifferenz zwischen einem gegebenen Potential und einem Referenzpotential (z. B. einem Erdpotential oder einem Source-Potential). Daher können in den meisten Fällen „Spannung“ und „Potential“ durcheinander ersetzt werden.

[0048] Es sei angemerkt, dass auch ein „Halbleiter“ Eigenschaften eines „Isolators“ aufweisen kann,

wenn er beispielsweise eine ausreichend niedrige Leitfähigkeit aufweist. Demzufolge kann ein „Halbleiter“ durch einen „Isolator“ ersetzt werden. In diesem Fall können ein „Halbleiter“ und ein „Isolator“ nicht genau voneinander unterschieden werden, da eine Grenze dazwischen nicht eindeutig ist. Demzufolge können ein „Halbleiter“ und ein „Isolator“ in dieser Beschreibung in einigen Fällen durcheinander ersetzt werden.

[0049] Ferner kann auch ein „Halbleiter“ Eigenschaften eines „Leiters“ aufweisen, wenn er beispielsweise eine ausreichend hohe Leitfähigkeit aufweist. Demzufolge kann ein „Halbleiter“ durch einen „Leiter“ ersetzt werden. In diesem Fall können ein „Halbleiter“ und ein „Leiter“ nicht genau voneinander unterschieden werden, da eine Grenze dazwischen nicht eindeutig ist. Demzufolge können ein „Halbleiter“ und ein „Leiter“ in dieser Beschreibung in einigen Fällen durcheinander ersetzt werden.

[0050] Es sei angemerkt, dass es sich in dieser Beschreibung und dergleichen bei einem „eingeschalteten Zustand“ eines Transistors um einen Zustand handelt, der so betrachtet werden kann, dass eine Source und ein Drain des Transistors elektrisch kurzgeschlossen sind (auch als „leitender Zustand“ bezeichnet). Ferner handelt es sich bei einem „ausgeschalteten Zustand“ eines Transistors um einen Zustand, der so betrachtet werden kann, dass eine Source und ein Drain des Transistors elektrisch getrennt sind (auch als „nichtleitender Zustand“ bezeichnet).

[0051] In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet ein „Durchlassstrom“ in einigen Fällen einen zwischen einer Source und einem Drain eines Transistors im eingeschalteten Zustand fließenden Strom. Ferner bezeichnet ein „Sperrstrom“ in einigen Fällen einen zwischen einer Source und einem Drain eines Transistors im ausgeschalteten Zustand fließenden Strom.

[0052] Ferner bezeichnet in dieser Beschreibung und dergleichen ein hohes Stromversorgungspotential VDD (nachstehend einfach als „VDD“ oder „H-Potential“ bezeichnet) ein höheres Stromversorgungspotential als ein niedriges Stromversorgungspotential VSS. Ferner bezeichnet das niedrige Stromversorgungspotential VSS (nachstehend einfach als „VSS“ oder „L-Potential“ bezeichnet) ein niedrigeres Stromversorgungspotential als das hohe Stromversorgungspotential VDD. Außerdem kann ein Erdpotential als VDD oder VSS verwendet werden. Beispielsweise handelt es sich in dem Fall, dass ein Erdpotential als VDD dient, bei VSS um ein niedrigeres Potential als das Erdpotential; und es handelt sich in dem Fall, dass ein Erdpotential als VSS dient, bei VDD um ein höheres Potential als das Erdpotential.

[0053] Außerdem bezeichnet in dieser Beschreibung und dergleichen ein Gate einen Teil oder die Gesamtheit einer Gate-Elektrode und einer Gate-Leitung. Eine Gate-Leitung bezeichnet eine mindestens eine Gate-Elektrode eines Transistors und eine andere Elektrode oder eine andere Leitung elektrisch verbindende Leitung.

[0054] In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet ferner eine Source einen Teil oder die Gesamtheit eines Source-Bereichs, einer Source-Elektrode und einer Source-Leitung. Ein Source-Bereich bezeichnet einen Bereich in einer Halbleiterschicht, in dem der spezifische Widerstand niedriger als oder gleich ein bestimmter Wert ist. Eine Source-Elektrode bezeichnet einen mit einem Source-Bereich verbundenen Abschnitt einer leitfähigen Schicht. Eine Source-Leitung bezeichnet eine mindestens eine Source-Elektrode eines Transistors und eine andere Elektrode oder eine andere Leitung elektrisch verbindende Leitung.

[0055] In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet ferner ein Drain einen Teil oder die Gesamtheit eines Drain-Bereichs, einer Drain-Elektrode und einer Drain-Leitung. Ein Drain-Bereich bezeichnet einen Bereich in einer Halbleiterschicht, in dem der spezifische Widerstand niedriger als oder gleich ein bestimmter Wert ist. Eine Drain-Elektrode bezeichnet einen mit einem Drain-Bereich verbundenen Abschnitt einer leitfähigen Schicht. Eine Drain-Leitung bezeichnet eine mindestens eine Drain-Elektrode eines Transistors und eine andere Elektrode oder eine andere Leitung elektrisch verbindende Leitung.

(Ausführungsform 1)

[0056] In dieser Ausführungsform werden eine Messschaltung, ein Steuersystem und ein Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0057] Fig. 1A zeigt ein Beispiel für ein Energiespeichersystem unter Verwendung einer Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0058] Ein Energiespeichersystem 100 in Fig. 1A weist eine Messschaltung 750 und eine mit der Messschaltung 750 elektrisch verbundene Sekundärbatterie 120 auf. In Fig. 1A wird die Messschaltung 750 elektrisch mit einem Anschluss 771 und einem Anschluss 772 verbunden. In Fig. 1A wird die Sekundärbatterie 120 elektrisch mit einem Voltmeter 782 verbunden. Das Voltmeter 782 ist mit der Sekundärbatterie 120 parallel geschaltet und weist eine Funktion zur Messung einer Spannung der Sekundärbatterie 120 auf.

[0059] Als Sekundärbatterie 120 können verschiedene Energiespeichervorrichtungen verwendet werden. Beispielsweise kann als Sekundärbatterie 120 eine Lithium-Ionen-Sekundärbatterie verwendet werden.

[0060] Ferner kann als Sekundärbatterie 120 eine zusammengesetzte Batterie verwendet werden, bei der mehrere Batteriezellen 121 in Reihe geschaltet sind, wie in Fig. 1E gezeigt. Eine einzelne zusammengesetzte Batterie bestehend aus mehreren in Reihe geschalteten Batteriezellen ist an ihren beiden Enden mit der Messschaltung 750 verbunden, um eine Messung mittels der Messschaltung 750 durchzuführen. Es sei angemerkt, dass die Messung unter Verbindung mehrerer in Reihe geschalteter Batteriezellen 121 mit der Messschaltung 750 an jeweiligen beiden Enden durchgeführt werden kann. Als Batteriezelle 121 können verschiedene Energiespeichervorrichtungen verwendet werden. Beispielsweise kann als Batteriezelle 121 eine Lithium-Ionen-Sekundärbatterie verwendet werden.

[0061] Die Messschaltung 750 kann einen Parameter zur Schätzung eines Zustands der Sekundärbatterie 120 messen. Beispielsweise kann die Messschaltung 750 Frequenzeigenschaften der Sekundärbatterie 120 erhalten. Beispielsweise kann die Messschaltung 750 ferner eine Impedanz der Sekundärbatterie 120 messen.

[0062] Es ist bevorzugt, dass die Messschaltung 750 der Sekundärbatterie 120 ein Wechselsignal zuführt, um eine Beziehung zwischen einer Frequenz des Wechselsignals und einem in der Sekundärbatterie 120 fließenden Strom zu erhalten. Es ist bevorzugt, dass die Messschaltung 750 eine innerhalb einer bestimmten Frequenz liegende Komponente aus dem in der Sekundärbatterie 120 fließenden Strom extrahieren kann.

[0063] Die Messschaltung 750 umfasst eine Wechselsignalquelle, einen Kondensator (capacitor), einen Widerstand und dergleichen. Die Messschaltung 750 in Fig. 1A umfasst eine Wechselsignalquelle 751, einen Kondensator 752, einen Widerstand 753, einen Induktor 754 und ein Voltmeter 781. In Fig. 1A wird eine Negativelektrode der Sekundärbatterie 120 elektrisch mit dem Anschluss 772 und einem Anschluss der Wechselsignalquelle 751 verbunden. Der andere Anschluss der Wechselsignalquelle 751 wird elektrisch mit einem Anschluss des Kondensators 752 verbunden. Der andere Anschluss des Kondensators 752 wird elektrisch mit einem Anschluss des Widerstands 753 verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands 753 wird elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 und einem Anschluss des Induktors 754 verbunden. Der andere Anschluss des Induktors

754 wird elektrisch mit dem Anschluss 771 verbunden.

[0064] Die Messschaltung 750 weist eine Funktion zur Änderung einer Frequenz eines von der Wechselsignalquelle 751 ausgegebenen Wechselsignals und zur Analyse der Frequenzabhängigkeit eines durch den Widerstand 753 fließenden Stroms auf. Der durch den Widerstand 753 fließende Strom kann beispielsweise aus einer Spannung des parallel zu dem Widerstand 753 geschalteten Voltmeters 781 ermittelt werden.

[0065] Die Messschaltung 750 weist eine Funktion zur Zuführung eines Signals mit einem Wechselstromanteil zu der Sekundärbatterie 120 auf. Die Messschaltung 750 weist beispielsweise eine Funktion zur Überlagerung eines Wechselspannungssignals mit sehr niedriger Amplitude mit der Spannung der Sekundärbatterie auf. Die Messschaltung 750 kann von der Wechselsignalquelle 751 ein erstes Wechselspannungssignal ausgeben. Die Messschaltung 750 kann durch Änderung einer Frequenz des ersten Wechselspannungssignals ein zweites Wechselspannungssignal als Wechselspannungssignal mit sehr niedriger Amplitude und einer variierenden Frequenz mit der Spannung der Sekundärbatterie überlagern. Eine Frequenz des zweiten Wechselspannungssignals entspricht beispielsweise der Frequenz des ersten Wechselspannungssignals. Das mit der Sekundärbatterie überlagerte zweite Wechselsignal weist vorzugsweise eine Frequenz von höher als oder gleich 0,01 Hz und niedriger als oder gleich 1 MHz auf. Beispielsweise werden zwei oder mehr Frequenzen aus dem Bereich von höher als oder gleich 0,01 Hz und niedriger als oder gleich 1 MHz ausgewählt, und ein Strom des Widerstands 753 bei der Überlagerung eines Wechselsignals mit jeder ausgewählten Frequenz mit der Spannung der Sekundärbatterie kann ermittelt werden. Mindestens eine von Frequenzen der überlagerten Wechselsignale wird vorzugsweise aus dem Bereich von höher als oder gleich 0,01 Hz und niedriger als oder gleich 0,5 Hz ausgewählt.

[0066] Der durch den Widerstand 753 fließende Strom ändert sich entsprechend einer inneren Impedanz der Sekundärbatterie 120. Die Messschaltung 750 weist eine Funktion zur Auswertung der inneren Impedanz der Sekundärbatterie 120 durch die Messung des durch den Widerstand 753 fließenden Stroms auf.

[0067] Eine Amplitude des von der Messschaltung 750 mit der Spannung der Sekundärbatterie überlagerten Wechselspannungssignals mit sehr niedriger Amplitude beträgt vorzugsweise zum Beispiel das höher als oder gleich 0,00025-fache und das niedriger als oder gleich 0,0125-fache der Spannung an den beiden Enden der Sekundärbatterie 120. Bei

einer einzigen Lithium-Ionen-Sekundärbatterie als Sekundärbatterie 120 beträgt die Amplitude des Wechselsignals vorzugsweise zum Beispiel höher als oder gleich 1 mV und niedriger als oder gleich 50 mV. Beispielsweise wird beim Eingeben eines Wechselspannungssignals von 10 mV ein Wechselstrom von ca. 10 μ A erhalten, was aber von einem Typ und einer Struktur der Batterie abhängig ist. Dieser Stromwert ist wegen seiner Messbarkeit bevorzugt.

[0068] Der Anschluss 771 wird über den Induktor 754 elektrisch mit der Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 verbunden. In dem Fall, dass die Sekundärbatterie 120 aus n Stück Batteriezellen 121 besteht, die in Reihenfolge von der ersten Batteriezelle 121 in Reihe geschaltet sind, und eine Negativelektrode der ersten Batteriezelle 121 mit einer Positivelektrode der zweiten Batteriezelle 121 verbunden ist, wird der Anschluss 771 über den Induktor 754 elektrisch mit der Positivelektrode der ersten Batteriezelle 121 verbunden. Der Induktor wird in einigen Fällen als Spule, Reaktor und dergleichen bezeichnet.

[0069] Der Anschluss 771 wird elektrisch mit einer Schaltung, einem elektronischen Gerät, einem beweglichen Gegenstand und dergleichen verbunden, denen eine Ausgabe von der Sekundärbatterie zugeführt wird. Der Entladestrom der Sekundärbatterie 120 wird über den Induktor 754 von dem Anschluss 771 ausgegeben. Zwischen einem Objekt, dem die Ausgabe von der Sekundärbatterie zugeführt wird, und dem Anschluss 771 wird vorzugsweise mindestens eine von nachstehend beschriebenen Entladeschutz-, Auswahl-, Ausgabesteuer- und Ausgabeschutzschaltungen 703, 704, 705 und 706 bereitgestellt.

[0070] Der Ladestrom wird der Sekundärbatterie von dem Anschluss 771 über den Induktor 754 zugeführt.

[0071] Der Anschluss 772 wird elektrisch mit der Negativelektrode der Sekundärbatterie verbunden. In dem Fall, dass die Sekundärbatterie 120 aus n Stück Batteriezellen 121 besteht, die in Reihenfolge von der ersten Batteriezelle 121 in Reihe geschaltet sind, und die Negativelektrode der ersten Batteriezelle 121 mit der Positivelektrode der zweiten Batteriezelle 121 verbunden ist, wird der Anschluss 772 elektrisch mit der Negativelektrode der n-ten Batteriezelle 121 verbunden.

[0072] In Fig. 1A sind eine Elektrode des Induktors 754 elektrisch mit dem Anschluss 771 und die andere Elektrode elektrisch mit der Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 jeweils verbunden. Der Anschluss 772 ist elektrisch mit der Negativelektrode der Sekundärbatterie 120 verbunden. Die andere

Elektrode des Induktors 754 und der Anschluss 772 können jeweils mit einem durch Widerstandsteilung eines Potentials zwischen der Positivelektrode und der Negativelektrode der Sekundärbatterie erhaltenen Potential verbunden sein.

[0073] Der Kondensator 752 weist eine Funktion zur Unterbrechung eines dem Anschluss 771 von der Sekundärbatterie 120 zugeführten Gleichstroms und eines der Sekundärbatterie von dem Anschluss 771 zugeführten Gleichstroms auf, damit diese Gleichströme nicht durch den Widerstand 753 fließen. Der Kondensator 752 weist ferner eine Funktion zum Durchlassen eines Wechselstroms auf.

[0074] Bei der Messschaltung 750 kann der Induktor 754 als Tiefpassfilter dienen, der ein Signal mit hoher Frequenz unterbricht und ein Signal mit niedriger Frequenz durchlässt. Wenn die Messschaltung 750 den Induktor 754 und dergleichen aufweist, kann beispielsweise verhindert werden, dass das von der Wechselsignalquelle 751 ausgegebene Wechselsignal von dem Anschluss 771 ausgegeben wird.

[0075] Die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ohne Unterbrechung des dem Anschluss 771 von der Sekundärbatterie 120 zugeführten Entladestroms oder unter extrem geringem Einfluss auf den Entladestrom einen Parameter zur Schätzung eines Zustands der Sekundärbatterie 120 erhalten. Wenn die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann unter Zuführung des Entladestroms von der Sekundärbatterie 120 zu dem Anschluss 771 der Parameter zur Schätzung des Zustands der Sekundärbatterie 120 erhalten werden. Die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ferner unter Zuführung des Ladestroms von dem Anschluss 771 zu der Sekundärbatterie 120 der Parameter zur Schätzung des Zustands der Sekundärbatterie 120 erhalten.

[0076] Als Parameter zur Schätzung des Zustands der Sekundärbatterie 120 können Temperatur, Batteriespannung oder Ladezustand (SOC), Ladestrom, Entladestrom und dergleichen angegeben werden. Es ist bevorzugt, dass diese Parameter unter Verknüpfung mit Zeit erhalten werden. Wenn diese Parameter unter Verknüpfung mit Zeit erhalten werden, kann unter Vergleich mit einem Wert vor einer bestimmten Zeit der Zustand der Sekundärbatterie 120 geschätzt werden. Als Berechnungsverfahren zur Schätzung kann beispielsweise jede Methode für ein Maschinelles Lernen verwendet werden. Für das Maschinelles Lernen kann beispielsweise ein neuronales Netz verwendet werden.

[0077] Die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann durch Erhalten von Stromeigenschaften bezüglich des Wechselsig-

nals insbesondere einen der inneren Impedanz der Sekundärbatterie entsprechenden Wert erhalten.

[0078] Das Voltmeter 781 ist elektrisch mit beiden Enden des Widerstands 753 verbunden und weist eine Funktion zur Messung der Spannung des Widerstands 753 auf. Durch die Messung der Spannung des Widerstands 753 kann ein durch den Widerstand 753 fließender Strom erfasst werden.

[0079] An beide Enden der Sekundärbatterie 120 wird eine Spannung angelegt, die durch das von der Wechselsignalquelle 751 ausgegebene Wechselsignal, eine einer Potentialdifferenz zwischen beiden Enden des Kondensators 752 entsprechende Spannung und eine einer Potentialdifferenz zwischen den beiden Enden des Widerstands 753 entsprechende Spannung bestimmt wird. Eine Menge an in der Sekundärbatterie 120 fließendem Strom entspricht einer Menge an durch den Widerstand 753 fließendem Strom und einer Menge an in dem Induktor 754 fließendem Strom.

[0080] Der Induktor 754 kann den Wechselstromanteil in dem Signal einschränken. Der Induktor 754 kann beispielsweise das von der Wechselsignalquelle 751 ausgegebene Wechselsignal einschränken. Wenn der Induktor 754 bereitgestellt wird, kann daher verhindert werden, dass das Wechselsignal oder der Wechselstromanteil in dem Signal zu der mit dem Anschluss 771 verbundenen Schaltung und dergleichen fließt. Als mit dem Anschluss 771 verbundene Schaltung und dergleichen können beispielsweise eine Ladeschaltung, eine Belastung und dergleichen angegeben werden. Als Belastung können hier beispielsweise ein elektronisches Gerät, ein beweglicher Gegenstand und dergleichen angegeben werden, die durch elektrische Energie von dem Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angetrieben werden. Daher kann ein Messgerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Diagnose der Sekundärbatterie stellen, während das Antreiben durch elektrische Energie von dem Energiespeichersystem und die Ladung des Energiespeichersystems durchgeführt werden.

[0081] Wenn der Kondensator 752 mit dem Widerstand 753 in Reihe geschaltet wird, kann ein Gleichstromanteil von dem durch den Widerstand 753 fließenden Strom eingeschränkt werden. Wenn der Kondensator 752 bereitgestellt wird, kann daher das Messgerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung den Einfluss eines von der Sekundärbatterie 120 ausgegebenen Gleichstroms und eines von der Ladeschaltung eingegebenen Gleichstroms verringern. Daher kann das Messgerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Diagnose der Sekundärbatterie stellen, während das Antreiben durch elektrische Energie von dem Energiespeicher-

system und die Ladung des Energiespeichersystems durchgeführt werden.

[0082] Mit anderen Worten: Das Messgerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann im Betriebszustand des Energiespeichersystems eine Messung in Echtzeit durchführen.

[0083] Das Energiespeichersystem 100 in **Fig. 1B** weist zwei Sekundärbatterien 120 (nachfolgend als Sekundärbatterie 120(1) und Sekundärbatterie 120(2) bezeichnet), zwei Messschaltungen 750 und zwei Voltmeter 782 auf. Das zwischen der Sekundärbatterie 120(1) und der Sekundärbatterie 120(2) angeordnete Voltmeter 750 ist als Voltmeter 750(1) bezeichnet und das andere ist als Voltmeter 750(2) bezeichnet.

[0084] Ein Anschluss des in der Messschaltung 750 (1) enthaltenen Induktors 754 wird elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie 120(1) verbunden, und der andere Anschluss wird elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie 120(2) verbunden. Der in der Messschaltung 750(1) enthaltene Induktor 754 kann verhindern, dass das von der in der Messschaltung 750(1) enthaltene Wechselsignalquelle 751 ausgegebene Wechselsignal zu der Sekundärbatterie 120(2) fließt. Daher kann die Messschaltung 750(1) unter geringem Einfluss der Sekundärbatterie 120(2) eine Diagnose der Sekundärbatterie 120(1) stellen. Ferner kann die Messschaltung 750(2) unter geringem Einfluss der Sekundärbatterie 120(1) eine Diagnose der Sekundärbatterie 120(2) stellen.

[0085] Bei dem Energiespeichersystem 100 in **Fig. 1B** kann die Diagnose jeder der zwei über den Induktor der Messschaltung 750 miteinander parallel geschalteten Sekundärbatterien 120 mittels der Messschaltung 750 gestellt werden.

[0086] Die Anzahl der miteinander parallel geschalteten Sekundärbatterien 120 ist nicht auf zwei beschränkt; wie in **Fig. 1C** gezeigt, können n Stück Sekundärbatterien 120 über die Messschaltungen 750 miteinander parallel geschaltet werden, und die Diagnose jeder Sekundärbatterie kann gestellt werden.

[0087] Wie in **Fig. 1D** gezeigt, kann alternativ das einzige Voltmeter 782 mit einer Funktion zur Messung der Spannungen der Sekundärbatterien 120 angeordnet sein, so dass genauso viele Voltmeter 782 wie die Sekundärbatterien 120 nicht bereitgestellt werden können.

[0088] Wie in **Fig. 2A** gezeigt, kann bei der Messschaltung 750 die mittels des Voltmeters 782 gemessene Spannung der Sekundärbatterie 120 auch über den Kondensator 786 gemessen werden. Bei der

Struktur in **Fig. 2A** sind zwischen der Positivelektrode und der Negativelektrode der Sekundärbatterie 120 der Kondensator 786 und das Voltmeter 782 in Reihe geschaltet. Ein Anschluss des Kondensators 786 ist elektrisch mit der Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 verbunden, und der andere ist elektrisch mit dem Voltmeter 782 verbunden.

[0089] Wie in **Fig. 2B** gezeigt, kann alternativ zwischen der Wechselsignalquelle 751 und dem Kondensator 752 der Widerstand 753 angeordnet sein, um einen Strom zwischen der Wechselsignalquelle und dem Kondensator zu erfassen.

[0090] Obwohl **Fig. 2A** ein Beispiel zeigt, in dem der Widerstand 753 zwischen der Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 und dem Kondensator 752 angeordnet ist, kann ein Anschluss des Widerstands 753 elektrisch mit der Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 verbunden werden, und der andere Anschluss kann elektrisch mit einem Anschluss des Induktors 754 verbunden werden, wie in **Fig. 3A** gezeigt. Mit einer derartigen Struktur können unter Verwendung des Widerstands 753 auch der Lade- und der Entladestrom der Sekundärbatterie 120 gemessen werden. Andererseits wird bei jeder Struktur in **Fig. 1A**, **Fig. 2A** und **Fig. 2B** im Vergleich mit der Struktur in **Fig. 3A** die Genauigkeit der Diagnose des Zustands der Sekundärbatterie weiter erhöht.

[0091] Wie in **Fig. 3B** gezeigt, kann anstelle des Induktors 754 ein Schalter 755 bereitgestellt werden. **Fig. 3B** zeigt ein Beispiel, in dem ein Transistor als ein Beispiel für den Schalter bereitgestellt wird. Bei der Messschaltung 750 in **Fig. 3B** wird ein aus der Wechselsignalquelle 751, dem Kondensator 752, dem Widerstand 753 und dem Voltmeter 781 bestehender Abschnitt eine Schaltung 750a genannt. Die Messschaltung 750 in **Fig. 3B** weist die Schaltung 750a und den Schalter 755 auf.

[0092] Das Energiespeichersystem 100 in **Fig. 3C** weist eine Struktur auf, bei der n Stück Messschaltungen 750 in **Fig. 3B** bereitgestellt sind, die jeweils mit n Stück Sekundärbatterien 120 verbunden sind. Wenn in allen Messschaltungen 750 die Schalter 755 gleichzeitig ausgeschaltet werden, stoppt eine Versorgung mit elektrischer Energie von dem Energiespeichersystem 100. Daher ist in der mindestens einen Messschaltung 750 der Schalter 755 vorzugsweise eingeschaltet. Wenn eine Leitung als Bypass bereitgestellt wird, wie in **Fig. 3C** gezeigt, und dadurch nicht von der mit der den ausgeschalteten Schalter 755 umfassenden Messschaltung 750 verbundenen Sekundärbatterie 120, sondern von der über den Bypass mit der anderen Messschaltung 750 verbundenen Sekundärbatterie 120 eine Versorgung mit elektrischer Energie erfolgt, kann die Unterbrechung eines Strompfads zwischen dem

Anschluss 771 und der Positivelektrode der Sekundärbatterie 120 vermieden werden.

[0093] Es sei angemerkt, dass das Energiespeichersystem 100 nicht die Wechselsignalquelle 751 umfassen kann. Bei der Struktur, bei der die Wechselsignalquelle 751 nicht bereitgestellt wird, kann anstelle der Wechselsignalquelle ein Schalter oder eine einen Schalter umfassende Schaltung verwendet werden; und eine Treppenfunktion mit einer Rechteckwelle und dergleichen wird durch Ein- und Ausschalten des Schalters erzeugt, und eine zeitliche Änderung des Stroms wird erhalten, so dass Sprungantworteneigenschaften ausgewertet werden können. In dem Fall, dass anstelle der Wechselsignalquelle ein Schalter oder eine einen Schalter umfassende Schaltung verwendet wird, bewirkt bei der Ladung der Sekundärbatterie der ausgeschaltete Zustand des Schalters einen durch den Innenwiderstand der Sekundärbatterie verursachten Spannungsabfall. Eine Analyse unter Verwendung dieses Spannungsabfalls als Treppenfunktionssignal kann vorgenommen werden. Alternativ kann unter Verwendung einer Signalquelle das Treppenfunktionssignal erzeugt werden. Als Treppenfunktion können eine Dreieckswelle, eine Sägezahnwelle und dergleichen verwendet werden. Unter Verwendung einer Wellenform einer eingegebenen Spannung und einer Wellenform eines ausgegebenen Stroms kann eine Übertragungsfunktion ermittelt werden. Die Übertragungsfunktion kann als Funktion einer komplexen Zahl s ermittelt werden. Durch Substitution von $j\omega$ als komplexe Zahl s können Wechselfrequenzeigenschaften erhalten werden.

[0094] Ein für die Ladung der Sekundärbatterie verwendetes Signal kann nicht unbedingt ein kontinuierliches Signal, sondern auch ein intermittierendes Signal sein. Für die Ladung kann beispielsweise ein Impulssignal verwendet werden. Alternativ kann das Impulssignal mit einem kontinuierlichen konstanten Strom kombiniert werden. In dem Fall, dass für die Ladung das Impulssignal verwendet wird, kann der Induktor 754 nicht bereitgestellt werden.

[0095] Wenn bei der Ladung unter Verwendung des Impulssignals ein in der Sekundärbatterie fließender Strom analysiert wird, kann eine innere Impedanz der Sekundärbatterie gemessen werden.

[0096] Fig. 4A zeigt ein Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0097] Das Energiespeichersystem 100 in Fig. 4A umfasst ein Steuersystem 700 und die Sekundärbatterie 120. Das Steuersystem 700 umfasst die Messschaltung 750. Das Steuersystem 700 wird elektrisch mit der Sekundärbatterie 120 verbunden. Es sei angemerkt, dass das Steuersystem 700 mehrere Messschaltungen 750 umfassen kann. Jede der

mehreren in dem Steuersystem 700 enthaltenen Messschaltungen 750 weist beispielsweise eine Funktion zur Schätzung jedes Zustands der mehreren Sekundärbatterien 120 auf. Fig. 4B zeigt ein Beispiel, in dem in dem Energiespeichersystem 100 jede der mehreren Messschaltungen 750 elektrisch mit jeder der mehreren Sekundärbatterien 120 verbunden ist.

[0098] Das Steuersystem 700 umfasst einen Eingangsanschluss 731, einen Ausgangsanschluss 732, eine Eingabeschutzschaltung 701, eine Ladeschutzschaltung 702, eine Entladeschutzschaltung 703, eine Auswahlerschaltung 704, eine Ausgabesteuerschaltung 705, eine Ausgabeschutzschaltung 706, eine Potentialregelungsschaltung 711, eine Stromerzeugungsschaltung 712 und eine Steuerungschaltung 713. Das Steuersystem 700 umfasst vorzugsweise eine Ladesteuerungschaltung 721.

[0099] Ferner umfasst das Energiespeichersystem 100 vorzugsweise einen Temperatursensor.

[0100] In Fig. 4A wird der Anschluss 771 der Messschaltung 750 mit der Ladeschutzschaltung 702, der Entladeschutzschaltung 703 und der Stromerzeugungsschaltung 712 verbunden. In Fig. 4B wird jeder Anschluss 771 der mehreren Messschaltungen 750 mit der Ladeschutzschaltung 702, der Entladeschutzschaltung 703 und der Stromerzeugungsschaltung 712 verbunden.

[0101] Dem Eingangsanschluss 731 wird ein Eingangssignal zugeführt. Das Steuersystem 700 kann mehrere Eingangsanschlüsse umfassen.

[0102] Dem Eingangsanschluss 731 werden beispielsweise ein Gleichstromsignal und ein Wechselstromsignal zugeführt. In dem Fall, dass dem Eingangsanschluss 731 ein Wechselstromsignal zugeführt wird, wird in dem Steuersystem 700 vorzugsweise eine Schaltung mit einer Funktion zur Umwandlung des gegebenen Wechselstromsignals in ein Gleichstromsignal bereitgestellt.

[0103] Die Eingabeschutzschaltung 701 weist eine Funktion zum Verhindern der Zerstörung einer Schaltung innerhalb des Steuersystems 700 bei der Zuführung einer statischen Elektrizität, einer Überspannung, eines Überstroms oder dergleichen zu dem Eingangsanschluss 731 auf.

[0104] Die Ausgabeschutzschaltung 706 weist eine Funktion zum Verhindern der Ausgabe einer Überspannung, eines Überstroms oder dergleichen von dem Ausgangsanschluss 732 zu einer Schaltung oder einem Gerät außerhalb des Steuersystems 700 auf.

[0105] Die Eingabeschutzschaltung 701 und eine Ausgabeschutzschaltung 706 sind vorzugsweise unter Verwendung eines nicht-linearen Elements ausgebildet.

[0106] Die Ladeschutzschaltung 702 weist eine Funktion zur Erfassung einer Überladung der Sekundärbatterie 120 auf. Die Ladeschutzschaltung 702 weist ferner eine Funktion zur Erfassung eines Ladeüberstroms der Sekundärbatterie 120 auf.

[0107] Die Entladeschutzschaltung 703 weist eine Funktion zur Erfassung einer Überentladung der Sekundärbatterie 120 auf. Die Entladeschutzschaltung 703 weist ferner eine Funktion zur Erfassung eines Entladeüberstroms der Sekundärbatterie 120 auf.

[0108] Die Erfassung der Überladung, der Überentladung, des Ladeüberstroms und des Entladeüberstroms kann unter Verwendung eines Komparators erfolgen. Als Komparator kann ein Hysteresekomparator verwendet werden. Ein Vergleichsergebnis des Komparators wird beispielsweise auf die Steuerschaltung 713 übertragen. Beispielsweise erzeugt die Steuerschaltung 713 aufgrund des Vergleichsergebnisses des Komparators ein Signal zur Unterbrechung eines Ladestroms zu der Sekundärbatterie 120, zur Unterbrechung eines Entladestroms von der Sekundärbatterie 120, zur Änderung von Ladebedingungen der Sekundärbatterie 120 oder dergleichen. Beispielsweise kann die Steuerschaltung 713 aufgrund des Vergleichsergebnisses des Komparators der Ladesteuerschaltung 721 ein Signal zur Änderung von Ladebedingungen zuführen.

[0109] Die Ladesteuerschaltung 721 weist eine Funktion zur Änderung von Ladebedingungen aufgrund eines von der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gemessenen Werts auf. Alternativ kann die Ladesteuerschaltung 721 eine Funktion zur Unterbrechung der Ladung aufweisen.

[0110] Die Ladesteuerschaltung 721 weist beispielsweise eine Funktion zur Änderung einer Ladeschlussspannung abhängig von dem von der Messschaltung 750 gemessenen Innenwiderstand der Sekundärbatterie 120 auf.

[0111] In dem Fall, dass infolge der Diagnose unter Verwendung der inneren Impedanz die Verschlechterung der Sekundärbatterie 120 gering eingeschätzt wird, erhöht beispielsweise die Ladesteuerschaltung 721 die Ladeschlussspannung. Durch die erhöhte Ladeschlussspannung kann die von dem Energiespeichersystem 100 zugeführte elektrische Energie erhöht werden. Mit der Erhöhung der Ladeschlussspannung wird nach Bedarf eine Spannung zur Erfassung einer Überladung geändert.

[0112] Alternativ kann abhängig von einem Ergebnis der Diagnose unter Verwendung der inneren Impedanz beispielsweise eine Entladeschlussspannung erniedrigt werden. Mit der Erniedrigung der Entladeschlussspannung wird nach Bedarf eine Spannung zur Erfassung einer Überentladung geändert.

[0113] In dem Fall, dass infolge der Diagnose unter Verwendung des Innenwiderstands der hohe Innenwiderstand und damit eine Verschlechterung der Sekundärbatterie 120 angedeutet werden, erniedrigt beispielsweise die Ladesteuerschaltung 721 die Ladeschlussspannung. Durch die erniedrigte Ladeschlussspannung kann die Lebensdauer des Energiespeichersystems 100 verlängert werden. Alternativ kann die Sicherheit erhöht werden. Mit der Erniedrigung der Ladeschlussspannung wird die Spannung zur Erfassung einer Überladung vorzugsweise erniedrigt.

[0114] Da die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung von einer einfachen Schaltungsstruktur gebildet werden kann, kann der Zustand der Sekundärbatterie einfach erhalten werden. Die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise während der Ladung oder Entladung unter Verwendung der Sekundärbatterie den Zustand der Sekundärbatterie erhalten. Wenn die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann unter Überwachung der Sekundärbatterie diese verwendet werden, so dass ein Vorzeichen der Verschlechterung oder Abnormität der Sekundärbatterie ohne Verzögerung detektiert werden kann. Wenn die Verschlechterung oder Abnormität der Sekundärbatterie detektiert wird, ändert das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Lade- oder Entladebedingungen der Sekundärbatterie, wodurch die Verschlechterung der Sekundärbatterie verhindert werden kann, und die Sicherheit der Sekundärbatterie erhöht werden kann.

[0115] Das Steuersystem 700 weist vorzugsweise ein Stromunterbrechungselement auf. Als Stromunterbrechungselement kann ein Transistor, insbesondere vorzugsweise ein Power-MOSFET verwendet werden. Das Steuersystem 700 unterbricht mittels des Stromunterbrechungselements vorzugsweise den Ladestrom zu der Sekundärbatterie 120 und den Entladestrom von der Sekundärbatterie 120.

[0116] Fig. 5C zeigt ein Beispiel für eine Struktur, bei der das Steuersystem 700 einen Schalterabschnitt 714 aufweist. Als Schalterabschnitt 714 kann ein Stromunterbrechungselement verwendet werden. Alternativ kann der Schalterabschnitt 714 in einer Kombination von den mehreren Stromunterbrechungselementen gebildet werden. Als Stromunterbrechungselement kann ein Transistor verwendet

werden. Als Transistor kann ein n-Kanal-Transistor bzw. ein p-Kanal-Transistor verwendet werden. Alternativ kann der Schalterabschnitt 714 in einer Kombination von den mehreren Transistoren gebildet werden. Beispielsweise können mehrere n-Kanal-Transistoren in einer Kombination verwendet werden. Alternativ können mehrere p-Kanal-Transistoren in einer Kombination verwendet werden. Alternativ können ein n-Kanal-Transistor und ein p-Kanal-Transistor in einer Kombination verwendet werden.

[0117] Als Stromunterbrechungselement kann ein einkristallines Silizium enthaltender Si-Transistor verwendet werden. Alternativ kann als Stromunterbrechungselement ein Power-Transistor verwendet werden, der Ge (Germanium), SiGe (Siliziumgermanium), GaAs (Galliumarsenid), GaAlAs (Galliumaluminiumarsenid), InP (Indiumphosphid), SiC (Siliziumcarbid), ZnSe (Zinkselenid), GaN (Galliumnitrid), GaO_x (Galliumoxid; x ist eine reelle Zahl von größer als 0) oder dergleichen enthält.

[0118] Fig. 5D zeigt ein Strukturbeispiel für den Schalterabschnitt 714. Der Schalterabschnitt 714 in Fig. 5D umfasst einen Transistor 140 und einen Transistor 150. Der Transistor 140 und der Transistor 150 sind miteinander in Reihe geschaltet. Als Transistor 140 und Transistor 150 kann jeweils ein Power-Transistor verwendet werden. Der Transistor 140 und der Transistor 150 weist jeweils eine parasitäre Diode auf. Einem Gate des Transistors 140 und einem Gate des Transistors 150 wird jeweils ein Signal von der Steuerschaltung 713 zugeführt. In dem Transistor 140 und dem Transistor 150 sind die parasitären Dioden voneinander unterschiedlich ausgerichtet.

[0119] Die Potentialregelungsschaltung 711 weist eine Funktion zur Umwandlung einer Spannung, Amplifikation, Frequenz und dergleichen eines Signals auf. Beispielsweise kann die Potentialregelungsschaltung 711 ein von dem Eingangsanschluss 731 zugeführtes Stromversorgungspotential erniedrigen oder erhöhen. Der Potentialregelungsschaltung wird beispielsweise von dem Eingangsanschluss 731 über die Eingabeschutzschaltung 701 ein Signal zugeführt.

[0120] In dem Fall, dass beispielsweise der Eingangsanschluss 731 mit einem Strom von außerhalb des Energiespeichersystems 100 versorgt wird, regelt die Potentialregelungsschaltung 711 die Spannung des zugeführten Stroms derart, dass sie höher ist als eine der Auswahlschaltung 704 von der Entladeschutzschaltung 703 zugeführte Spannung. Die Auswahlschaltung 704 wählt ein Signal mit einer höheren Spannung aus dem Signal von der Potentialregelungsschaltung 711 und dem Signal von der Entladeschutzschaltung 703 aus und gibt dieses aus.

[0121] In dem Fall, dass der Eingangsanschluss 731 mit keinem Strom versorgt wird, wird das von der Potentialregelungsschaltung 711 ausgegebene Signal derart geregelt, dass es niedriger ist als das Signal von der Entladeschutzschaltung 703.

[0122] Die Auswahlschaltung 704 weist eine Funktion zur Auswahl entweder eines von dem Eingangsanschluss 731 über die Potentialregelungsschaltung 711 zugeführten Signals oder eines von der Sekundärbatterie 120 über die Entladeschutzschaltung 703 zugeführten Signals auf.

[0123] Die Ausgabesteuerschaltung 705 kann ein der Ausgabesteuerschaltung 705 von der Auswahlschaltung 704 zugeführtes Signal überwachen und eine Eingabe von dem Steuersystem 700 unterbrechen. Beispielsweise können eine obere Grenzspannung, eine untere Grenzspannung, ein oberer Grenzstrom, ein unterer Grenzstrom und dergleichen des Signals eingestellt werden, und damit kann die Überwachung des Signals erfolgen. Die Ausgabesteuerschaltung 705 kann beispielsweise auch eine Funktion zur Umwandlung einer Spannung, Amplifikation, Frequenz und dergleichen des Signals aufweisen.

[0124] Eine Schaltung und ein elektronisches Gerät außerhalb des Energiespeichersystems 100 werden von dem Ausgangsanschluss 732 mit elektrischer Energie versorgt. Das Energiespeichersystem 100 kann mehrere Ausgangsanschlüsse aufweisen.

[0125] Die Steuerschaltung 713 weist eine Funktion zur Zuführung eines Signals zu jeder in dem Energiespeichersystem 100 enthaltenen Schaltung auf. Die Steuerschaltung 713 weist vorzugsweise eine Funktion zum Empfang von Messdaten der Messschaltung 750, eine Funktion zur Analyse der empfangenen Daten und eine Funktion zur Zuführung eines Signals zu jeder in dem Energiespeichersystem 100 enthaltenen Schaltung aufgrund der empfangenen Daten auf.

[0126] Ferner weist die Steuerschaltung 713 vorzugsweise eine Funktion zum Empfang von Messdaten, wie z. B. einer Spannung und eines Stroms der in der Sekundärbatterie 120 enthaltenen Batteriezelle, eine Funktion zur Analyse der empfangenen Daten und eine Funktion zur Zuführung eines Signals zu jeder in dem Energiespeichersystem 100 enthaltenen Schaltung aufgrund der empfangenen Daten auf.

[0127] Die Steuerschaltung 713 umfasst vorzugsweise eine CPU (Central Processing Unit), eine MPU (Micro-processing Unit) und dergleichen. Ferner kann die Steuerschaltung 713 auch eine PLD (Programmable Logic Device), wie z. B. ein FPGA (Field Programmable Gate Array) umfassen.

[0128] Die Stromerzeugungsschaltung 712 weist eine Funktion zur Erzeugung eines hohen Potentialsignals, eines konstanten Potentialsignals, eines Erdsignals und dergleichen auf, die der Steuerschaltung 713 zuzuführenden sind. Die Stromerzeugungsschaltung 712 weist ferner eine Funktion zur Erzeugung eines Taktsignals auf. Die Stromerzeugungsschaltung 712 weist ferner eine Funktion zur Erzeugung eines Wechselsignals auf.

[0129] Die Stromerzeugungsschaltung 712 weist eine Funktion zur Zuführung des erzeugten Wechselsignals zu der Messschaltung 750 auf.

[0130] Alternativ kann das der Messschaltung 750 zuzuführende Wechselsignal von einer Schaltung außerhalb des Steuersystems 700 über den Eingangsanschluss 731 der Messschaltung 750 zugeführt werden.

[0131] Ferner umfasst das Steuersystem 700 vorzugsweise einen Speicherabschnitt. Der Speicherabschnitt kann einen flüchtigen Speicher, einen nichtflüchtigen Speicher und dergleichen umfassen. Der Speicherabschnitt umfasst vorzugsweise einen nichtflüchtigen Speicher.

[0132] Der Speicherabschnitt des Steuersystems 700 kann eine einen Transistor mit einem Oxidhalbleiter (OS-Transistor) enthaltende Speicherschaltung umfassen.

[0133] Vorzugsweise wird ein als Oxidhalbleiter dienendes Metalloxid verwendet. Als Metalloxid wird vorzugsweise zum Beispiel ein Metalloxid, wie z. B. ein In-M-Zn-Oxid (das Element M ist eine oder mehrere Arten ausgewählt aus Aluminium, Gallium, Yttrium, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Bor, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram, Magnesium und dergleichen ausgewählt werden), verwendet. Bei dem als Metalloxid verwendbaren In-M-Zn-Oxid handelt es sich besonders vorzugsweise um einen CAAC-OS (C-Axis Aligned Crystal Oxide Semiconductor) oder einen CAC-OS (Cloud-Aligned Composite Oxide Semiconductor). Als Metalloxid kann alternativ ein In-Ga-Oxid oder ein In-Zn-Oxid verwendet werden. Der CAAC-OS ist ein mehrere Kristallbereiche aufweisender Oxidhalbleiter, wobei die mehreren Kristallbereichen jeweils eine Ausrichtung bezüglich der c-Achse in einer bestimmten Richtung aufweisen. Es sei angemerkt, dass sich die bestimmte Richtung auf die Dickenrichtung eines CAAC-OS-Films, die normale Richtung einer Bildungsoberfläche des CAAC-OS-Films oder die normale Richtung einer Oberfläche des CAAC-OS-Films bezieht. Der Kristallbereich bezeichnet einen eine periodische Atomanordnung aufweisenden Bereich. In dem Fall, dass eine Atomanordnung als Gitteranordnung betrachtet wird, wird der Kristallbe-

reich auch als Bereich mit einer regelmäßigen Gitteranordnung bezeichnet.

[0134] Es sei angemerkt, dass der „CAC-OS“ eine Zusammensetzung aufweist, in der sich Materialien in einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich trennen, um ein Mosaikmuster zu bilden, und der erste Bereich in dem Film verteilt ist (nachstehend auch als wolkenartige Zusammensetzung bezeichnet). Das heißt, dass der CAC-OS ein Verbundmetalloxid mit einer Zusammensetzung ist, in der der erste Bereich und der zweite Bereich gemischt sind. Allerdings ist eine deutliche Grenze zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich in einigen Fällen schwierig zu finden.

[0135] Beispielsweise bestätigt auch ein durch energiedispersive Röntgenspektroskopie (energy dispersive X-ray spectroscopy, EDX) erhaltenes EDX-Verteilungsbild, dass ein CAC-OS in einem In-Ga-Zn-Oxid eine Struktur aufweist, bei der der In als Hauptkomponente enthaltende Bereich (der erste Bereich) und der Ga als Hauptkomponente enthaltende Bereich (der zweite Bereich) ungleichmäßig verteilt und vermischt sind.

[0136] In dem Fall, dass der CAC-OS für einen Transistor verwendet wird, komplementieren die von dem ersten Bereich stammende Leitfähigkeit und die von dem zweiten Bereich stammende isolierende Eigenschaft miteinander, wodurch der CAC-OS eine Schaltfunktion (Ein-/Ausschaltfunktion) aufweisen kann. Mit anderen Worten: Ein CAC-OS weist eine leitfähige Funktion in einem Teil des Materials auf und weist eine isolierende Funktion in einem anderen Teil des Materials auf; in dem gesamten Material weist der CAC-OS eine Funktion eines Halbleiters auf. Eine Trennung der leitfähigen Funktion und der isolierenden Funktion kann jede Funktion maximieren. Wenn der CAC-OS für einen Transistor verwendet wird, können daher ein hoher Durchlassstrom (I_{on}), eine hohe Feldeffektbeweglichkeit (μ) und ein vorteilhafter Schaltbetrieb erhalten werden.

[0137] Ein Oxidhalbleiter weist verschiedene Strukturen auf, die unterschiedliche Eigenschaften zeigen. Der Oxidhalbleiter einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann zwei oder mehr von dem amorphen Oxidhalbleiter, dem polykristallinen Oxidhalbleiter, dem a-ähnlichen OS, dem CAC-OS, dem nc-OS und dem CAAC-OS enthalten.

[0138] Für das Steuersystem 700 wird vorzugsweise ein Transistor mit dem Oxidhalbleiter verwendet, da er in einer Umgebung mit hoher Temperatur verwendbar ist. Zur Vereinfachung des Prozesses kann das Steuersystem 700 auch unter Verwendung von Transistoren des gleichen Leitfähigkeitstyps ausgebildet werden. Ein Transistor, für dessen Halbleiterschicht ein Oxidhalbleiter verwendet wird, weist

einen Arbeitstemperaturbereich der Umgebung von $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf, der breiter ist als derjenige eines einkristallinen Si-Transistors, und zeigt daher eine kleinere Änderung der Eigenschaften als der einkristalline Si-Transistor, auch wenn die Sekundärbatterie erwärmt wird. Der Sperrstrom des Transistors, für den ein Oxidhalbleiter verwendet wird, ist unabhängig von Temperatur selbst bei $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ niedriger als oder gleich der unteren Messgrenze; im Gegensatz dazu hängen die Sperrstromeigenschaften des einkristallinen Si-Transistors in hohem Maße von der Temperatur ab. Beispielsweise erhöht sich bei $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ der Sperrstrom des einkristallinen Si-Transistors und kein ausreichend hohes Strom-On/Off-Verhältnis kann erhalten werden. Die Sicherheit des Steuersystems 700 kann erhöht werden.

[0139] Ein Speicherelement, für das 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 mit einer Fertigungseinrichtung hergestellt werden, die derjenigen für einen Si-Transistor ähnlich ist, und kann daher mit geringen Kosten hergestellt werden. Mit anderen Worten: In dem Fall, dass in dem Steuersystem 700 beispielsweise die Steuerungschaltung 713 und dergleichen eine Schaltung mit einem Si-Transistor umfasst, kann ein Speicherabschnitt mit einem OS-Transistor über dieser Schaltung angeordnet werden. Alternativ wird über dem Schalterabschnitt 714 der Speicherabschnitt mit einem OS-Transistor angeordnet, so dass sie in einen einzigen Chip integriert werden können. Da der Platzbedarf des Steuersystems 700 verringert werden kann, ist eine Miniaturisierung möglich.

[0140] Der Speicherabschnitt weist eine Funktion zur Speicherung eines Parameters zur Schätzung der Sekundärbatterie auf. Das Energiespeichersystem 100 weist eine Funktion zur Schätzung des Zustands der Sekundärbatterie 120 unter Verwendung des in dem Speicherabschnitt gespeicherten Parameters auf.

[0141] Das Energiespeichersystem 100 weist eine Funktion zur Bestimmung der Lade- oder Entladebedingungen der Sekundärbatterie unter Vergleich zwischen dem in dem Speicherabschnitt gespeicherten Parameter und den in der Messschaltung 750 gemessenen Daten auf.

[0142] Als in dem Speicherabschnitt gespeicherter Parameter werden eine Umgebungstemperatur der Sekundärbatterie, eine Ladespannung der Sekundärbatterie, eine Entladespannung der Sekundärbatterie, eine Frequenzabhängigkeit des Stroms der Sekundärbatterie und dergleichen angegeben.

[0143] Das Steuersystem 700 kann ferner ein neuronales Netz aufweisen. Das neuronale Netz kann unter Verwendung des in dem Speicherabschnitt gespeicherten Parameters den Zustand der Sekundärbatterie schätzen. In dem Speicherabschnitt kann auch ein Gewichtskoeffizient des neuronalen Netzes gespeichert werden.

[0144] Fig. 5A zeigt ein Beispiel für das neuronale Netz einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das neuronale Netz NN in Fig. 5A weist eine Eingabeschicht IL, eine Ausgabeschicht OL und eine versteckte Schicht (Mittelschicht) HL auf. Das neuronale Netz NN kann von einem neuronalen Netz mit den mehreren versteckten Schichten HL, nämlich einem tiefen neuronalen Netz gebildet werden. Es sei angemerkt, dass ein Lernen mit dem tiefen neuronalen Netz als tiefgehendes Lernen bezeichnet werden kann. Die Ausgabeschicht OL, die Eingabeschicht IL und die versteckte Schicht HL weisen jeweils mehrere Neuronenschaltungen auf, und die in unterschiedlichen Schichten angeordneten Neuronenschaltungen sind über eine Synapsen-Schaltung miteinander verbunden.

[0145] Zu dem neuronalen Netz NN ist durch Lernen eine Funktion zur Analyse eines Betriebs eines Akkumulators hinzugefügt. Wenn dann ein Parameter des gemessenen Akkumulators in das neuronale Netz NN eingegeben wird, wird in jeder Schicht eine arithmetische Verarbeitung durchgeführt. Die arithmetische Verarbeitung in jeder Schicht wird beispielsweise durch eine Produkt-Summen-Operation der Ausgabe der in der vorherigen Schicht enthaltenen Neuronenschaltung und der Gewichtungskoeffizienten durchgeführt.

[0146] Es sei angemerkt, dass die Verbindung zwischen Schichten eine vollständige Verbindung, bei der sämtliche Neuronenschaltungen miteinander verbunden sind, oder eine Teilverbindung sein kann, bei der einige der Neuronenschaltungen miteinander verbunden sind. Beispielsweise kann ein faltendes neuronales Netz (CNN) mit einer Faltungsschicht und einer Pooling-Schicht verwendet werden, bei dem lediglich bestimmte Einheiten zwischen benachbarten Schichten eine Verbindung aufweisen. Das CNN wird beispielsweise zur Bildverarbeitung verwendet. In der Faltungsschicht wird beispielsweise eine Produkt-Summen-Operation von Bilddaten und einem Filter durchgeführt. Die Pooling-Schicht wird vorzugsweise unmittelbar nach der Faltungsschicht angeordnet.

[0147] Fig. 5B zeigt ein Beispiel für eine arithmetische Operation mit den Neuronen. Hier werden ein Neuron N und Signale an das Neuron N ausgehende zwei Neuronen der vorherigen Schicht dargestellt. Eine Ausgabe x_1 von einem Neuron der vorherigen Schicht und eine Ausgabe x_2 von einem Neuron der

vorherigen Schicht werden in das Neuron N eingegeben. Anschließend wird bei dem Neuron N die Summe $x_1w_1 + x_2w_2$ von dem Multiplikationsergebnis der Ausgabe x_1 mit einem Gewicht w_1 (x_1w_1) und dem Multiplikationsergebnis der Ausgabe x_2 mit einem Gewicht w_2 (x_2w_2) berechnet, und dann wird eine Vorspannung b je nach Bedarf hinzuaddiert, so dass der Wert $a = x_1w_1 + x_2w_2 + b$ erhalten wird. Der Wert a wird mit einer Aktivierungsfunktion h umgewandelt, und ein Ausgabesignal $y = h(a)$ wird von dem Neuron N ausgegeben.

[0148] Wie oben beschrieben, umfasst die Berechnung mit den Neuronen eine Berechnung, bei der die Produkte aus den Ausgaben und den Gewichten von den Neuronen der vorherigen Schichten addiert werden, d. h. eine Produkt-Summen-Operation ($x_1w_1 + x_2w_2$, die oben beschrieben worden ist). Diese Produkt-Summen-Operation kann über einer Software unter Verwendung eines Programms oder unter Verwendung einer Hardware ausgeführt werden. In dem Fall, dass die Produkt-Summen-Operation mittels einer Hardware durchgeführt wird, kann eine Produkt-Summen-Operations-Schaltung verwendet werden. Als Produkt-Summen-Operations-Schaltung kann entweder eine digitale oder eine analoge Schaltung verwendet werden. Wenn eine analoge Schaltung als Produkt-Summen-Operations-Schaltung verwendet wird, kann die Größe der Produkt-Summen-Operations-Schaltung verringert werden oder können eine erhöhte Verarbeitungsgeschwindigkeit und ein geringerer Stromverbrauch durch eine Verringerung der Zugriffe auf einen Speicher erzielt werden.

[0149] Die Produkt-Summen-Operationsschaltung kann aus einem Transistor mit Silizium (wie z. B. ein-kristallinem Silizium) in einem Kanalbildungsbereich (im Folgenden auch als Si-Transistor bezeichnet) oder einem Transistor CS mit einem Oxidhalbleiter in einem werden. Ein OS-Transistor wird aufgrund seines extrem niedrigen Sperrstroms besonders vorteilhaft als Transistor in einem Speicher der Produkt-Summen-Operations-Schaltung eingesetzt. Es sei angemerkt, dass die Produkt-Summen-Operations-Schaltung sowohl einen Si-Transistor als auch einen OS-Transistor aufweisen kann.

[0150] Der Eingabeschicht des neuronalen Netzes werden beispielsweise ein Stromwert des Widerstands 753 und die Spannung der Sekundärbatterie zugeführt, die in der Messschaltung 750 gemessen werden. Der Eingabeschicht kann ferner eine von dem Temperatursensor erhaltene Temperatur zugeführt werden. Ferner wird in die Eingabeschicht beispielsweise eine Frequenz der Wechselsignalquelle eingegeben.

[0151] Der Eingabeschicht des neuronalen Netzes können ferner auch der Ladezustand (SOC), der

Ladestrom, der Entladestrom und dergleichen zugeführt werden. Alternativ kann das neuronale Netz unter Verwendung von der Eingabeschicht zugeführten Daten den Ladezustand (SOC) schätzen und dem SOC entsprechende Daten aus der Ausgabeschicht ausgeben.

[0152] Das neuronale Netz lernt beispielsweise vorher Daten bezüglich der Verschlechterung der Sekundärbatterie. Das neuronale Netz schätzt die Sekundärbatterie und gibt beispielsweise eine Information über die Verschlechterung der Sekundärbatterie aus der Ausgabeschicht aus. Aus der Ausgabeschicht des neuronalen Netzes kann beispielsweise ein SOH (State Of Health, auch als Gesundheitszustand bezeichnet) der Sekundärbatterie ausgeben.

[0153] In die Eingabeschicht des neuronalen Netzes können ein Parameter bezüglich der Sekundärbatterie vor einer bestimmten Zeit und ein jetziger Parameter eingegeben werden, die durch das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten worden sind.

[0154] Das neuronale Netz kann vorher den Parameter der Sekundärbatterie im Laufe der Zeit lernen. Das Lernen eines derartigen Parameters ermöglicht in einigen Fällen eine Schätzung einer zeitlichen Änderung eines Parameters des Akkumulators in einem späteren Zeitpunkt ohne Eingabe komplizierter Daten im Laufe der Zeit nur durch Zuführung von Daten in einem bestimmten Zeitpunkt oder Daten in einem bestimmten Zeitpunkt und in der Nähe davon zu dem neuronalen Netz.

[0155] Ferner kann unter Verwendung des neuronalen Netzes die Lade- oder Entladebedingungen der Sekundärbatterie bestimmt werden. Wenn beispielsweise der Eingabeschicht des neuronalen Netzes die durch das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhaltenen Parameter, wie z. B. der Widerstandswert des Widerstands 753 und die von dem Temperatursensor erhaltene Temperatur zugeführt werden, kann das neuronale Netz aufgrund des Zustands und der Umgebung der Sekundärbatterie die vorteilhaften Lade- oder Entladebedingungen zur Erhöhung einer Energiedichte der Sekundärbatterie und zur Sicherstellung einer Sicherheit der Sekundärbatterie ausgeben.

[0156] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen implementiert werden.

(Ausführungsform 2)

[0157] In dieser Ausführungsform wird anhand von **Fig. 8A** als ein Beispiel für eine auf die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfin-

dung anwendbare Struktur eine Lithium-Ionen-Sekundärbatterie beschrieben. Die Sekundärbatterie umfasst einen Außenteil (nicht dargestellt), eine Positivelektrode 503, eine Negativelektrode 506, einen Separator 507 und einen Elektrolyt 508, in dem ein Lithiumsalz oder dergleichen aufgelöst ist. Der Separator 507 wird zwischen der Positivelektrode 503 und der Negativelektrode 506 bereitgestellt.

[0158] Die Positivelektrode 503 enthält ein Positivelektrodenaktivmaterial. Die Positivelektrode 503 weist ferner eine Positivelektrodenaktivmaterialschicht 502 über einem Positivelektrodenstromkollektor 501 auf. Die Positivelektrodenaktivmaterialschicht 502 enthält beispielsweise ein Positivelektrodenaktivmaterial, ein leitfähiges Additiv und ein Bindemittel.

[0159] Die Negativelektrode 506 enthält ein Negativelektrodenaktivmaterial. Die Negativelektrode 506 weist ferner eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht 505 über einem Negativelektrodenstromkollektor 504 auf. Die Negativelektrodenaktivmaterialschicht 505 enthält beispielsweise ein Negativelektrodenaktivmaterial, ein leitfähiges Additiv und ein Bindemittel.

[0160] Für den Positivelektrodenstromkollektor 501 oder den Negativelektrodenstromkollektor 504 kann ein nicht mit einem Ladungsträgerion von Lithium oder dergleichen legiertes, hochleitfähiges Material, wie z. B. ein Metall, wie Edelstahl, Gold, Platin, Zink, Eisen, Kupfer, Aluminium, Titan und dergleichen, sowie Legierungen davon, verwendet werden. Es ist auch möglich, eine Aluminiumlegierung zu verwenden, der ein Element zur Verbesserung der Wärmebeständigkeit, wie z. B. Silizium, Titan, Neodym, Scandium oder Molybdän, zugesetzt ist. Ein durch Reagieren mit Silizium Silizid bildendes Metallelement kann in ähnlicher Weise verwendet werden. Beispiele für durch Reagieren mit Silizium Silizid bildende Metallelemente umfassen Zirconium, Titan, Hafnium, Vanadium, Niob, Tantal, Chrom, Molybdän, Wolfram, Kobalt und Nickel. Die Positivelektrodenstromkollektor 501 oder die Negativelektrodenstromkollektor 504 kann eine geeignete Form, wie z. B. eine blattartige Form, eine netzartige Form, eine Stanzmetallform oder eine Streckmetallform, aufweisen. Die Positivelektrodenstromkollektor 501 oder die Negativelektrodenstromkollektor 504 kann eine Dicke von größer als oder gleich 10 µm und kleiner als oder gleich 30 µm aufweisen.

[0161] Es sei angemerkt, dass für den Negativelektrodenstromkollektor 504 vorzugsweise ein nicht mit einem Ladungsträgerion von Lithium oder dergleichen legiertes Material verwendet wird.

[0162] Als leitfähiges Additiv kann ein auf Kohlenstoff basierendes Material, wie z. B. Graphen, Kohlen schwarz, Graphit, Kohlenstofffaser oder Fulleren, verwendet werden. Als Kohlen schwarz kann beispielsweise Acetylenruß (AB, acetylene black) und dergleichen verwendet werden. Als Graphit können beispielsweise natürlicher Graphit, künstlicher Graphit wie meso-Kohlenstoff-Mikrokügelchen und dergleichen verwendet werden. Diese auf Kohlenstoff basierenden Materialien sind hochleitfähig und können als leitfähiger Stoff in der Aktivmaterialschicht dienen. Es sei angemerkt, dass diese auf Kohlenstoff basierenden Materialien auch als Aktivmaterial dienen können.

[0163] Graphen in dieser Beschreibung und dergleichen kann beispielsweise Graphen, mehrschichtiges Graphen, Multi-Graphen, Graphenoxid, mehrschichtiges Graphenoxid, Multi-Graphenoxid, reduziertes Graphenoxid, reduziertes mehrschichtiges Graphenoxid, reduziertes Multi-Graphenoxid, Graphen-Quantenpunkte und dergleichen bezeichnen. Graphen 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. Graphen kann eine funktionelle Gruppe umfassen. Graphen weist vorzugsweise eine gebogene Form auf. Graphen kann wie eine Kohlenstoffnanofaser gerundet sein.

[0164] Als Kohlenstofffaser kann beispielsweise eine Kohlenstofffaser, wie z. B. eine auf Mesophasenpech basierende Kohlenstofffaser (mesophase pitch-based carbon fiber) oder eine auf isotropem Pech basierende Kohlenstofffaser (isotropic pitch-based carbon fiber), verwendet werden. Als Kohlenstofffaser kann auch eine Kohlenstoffnanofaser, eine Kohlenstoffnanoröhre oder dergleichen verwendet werden. Eine Kohlenstoffnanoröhre kann beispielsweise durch ein Gasphasenabscheidungsverfahren ausgebildet werden.

[0165] Die Aktivmaterialschicht kann als leitfähiges Additiv eines oder mehrere ausgewählt aus Metallpulvern und Metallfasern von Kupfer, Nickel, Aluminium, Silber, Gold und dergleichen, leitfähigen Keramikmaterialien und dergleichen enthalten.

[0166] Als Bindemittel wird 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.

<Negativelektrodenaktivmaterial>

[0167] Polyimid weist eine sehr gute thermische, mechanische und chemische Stabilität auf. Bei der Verwendung von Polyimid als Bindemittel finden eine Dehydratisierungsreaktion und eine Zyklisierungsreaktion (Imidisierung) statt. Diese Reaktionen können beispielsweise durch Wärmebehandlung durchgeführt werden. Wenn in einer Elektrode einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Graphen mit einer sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppe und Polyimid als Bindemittel verwendet werden, kann Graphen durch die Wärmebehandlung auch reduziert werden, was zu einer Vereinfachung des Prozesses führt. Aufgrund der hohen Wärmebeständigkeit kann die Wärmebehandlung beispielsweise bei einer Temperatur von 200 °C oder höher durchgeführt werden. Durch die Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 200 °C oder höher kann Graphen ausreichend reduziert werden und die Leitfähigkeit der Elektrode erhöht werden.

[0168] Ein Fluorpolymer, das ein fluorhaltiges hochmolekulares Material ist, insbesondere Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder dergleichen, kann verwendet werden. PVDF ist ein Harz mit einem Schmelzpunkt in einem Bereich von 134 °C oder höher und 169 °C oder niedriger und ist ein Material mit ausgezeichneter Wärmestabilität.

[0169] Als Bindemittel wird außerdem 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.

[0170] Als Bindemittel wird vorzugsweise zum Beispiel ein wasserlösliches Polymer verwendet. Als wasserlösliches Polymer kann beispielsweise ein Polysaccharid verwendet werden. Als Polysaccharid kann eines oder mehrere ausgewählt aus Cellulosederivaten, wie z. B. Carboxymethylcellulose (CMC), Methylcellulose, Ethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Diacetylcellulose und regenerierter Cellulose, Stärken und dergleichen verwendet werden. Bevorzugter wird ein derartiges wasserlösliches Polymer in Kombination mit dem zuvor genannten Gummimaterial verwendet.

[0171] Eine Kombination mehrerer der vorstehenden Materialien kann als Bindemittel verwendet werden.

[0172] Als Negativelektrodenaktivmaterial wird vorzugsweise ein Material, das in der Lage ist, mit Ladungsträgerionen der Sekundärbatterie zu reagieren, ein Material, das in der Lage ist, Ladungsträgerionen ein- und auszulagern (absorbieren und desorbieren), ein Material, das in der Lage ist, mit einem als Ladungsträgerion dienenden Metall eine Legierungsreaktion einzugehen, ein Material, das in der Lage ist, ein als Ladungsträgerion dienendes Metall aufzulösen (zu schmelzen) und abzuscheiden, und dergleichen verwendet.

[0173] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann Silizium verwendet werden.

[0174] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann beispielsweise ein Metall oder eine Verbindung mit einem oder mehreren Elementen ausgewählt aus Zinn, Gallium, Aluminium, Germanium, Blei, Antimon, Bismut, Silber, Zink, Cadmium und Indium verwendet werden. Beispiele für eine derartige Elemente verwendende Legierungsverbindung umfassen Mg_2Si , Mg_2Ge , Mg_2Sn , SnS_2 , V_2Sn_3 , $FeSn_2$, $CoSn_2$, Ni_3Sn_2 , Cu_6Sn_5 , Ag_3Sn , Ag_3Sb , Ni_2MnSb , $CeSb_3$, $LaSn_3$, $La_3Co_2Sn_7$, $CoSb_3$, $InSb$, $SbSn$ und dergleichen.

[0175] Außerdem kann ein Material verwendet werden, bei dem durch Zusetzung von Phosphor, Arsen, Bor, Aluminium, Gallium oder dergleichen als Verunreinigungselement zu Silizium der Widerstand verringert ist. Es kann auch ein mit Lithium vordotiertes Siliziummaterial verwendet werden. Beispiele für das Vordotierungsverfahren sind ein Verfahren zum Mischen von Lithiumfluorid, Lithiumcarbonat oder dergleichen mit Silizium und Glühen des Gemischs sowie ein Verfahren zum mechanischen Legieren eines Lithiummetalls mit Silizium. Eine Sekundärbatterie kann auf folgende Weise hergestellt werden: eine Elektrode wird ausgebildet; die Lithiumdotierung wird durch eine Lade- und Entladereaktion mit einer Kombination aus der ausgebildeten Elektrode und einer Elektrode aus einem Lithiummetall oder dergleichen durchgeführt; und dann wird die der Dotierung unterzogene Elektrode mit einer Gegenelektrode (beispielsweise einer Positivelektrode in dem Fall einer der Vordotierung unterzogenen Negativelektrode) kombiniert.

[0176] Als Negativelektrodenaktivmaterial können beispielsweise Siliziumnanoteilchen verwendet werden. Der durchschnittliche Durchmesser der Siliziumnanoteilchen beträgt vorzugsweise zum Beispiel größer als oder gleich 5 nm und kleiner als 1 μm , bevorzugter größer als oder gleich 10 nm und kleiner als oder gleich 300 nm, noch bevorzugter größer als oder gleich 10 nm und kleiner als oder gleich 100 nm.

[0177] Die Siliziumnanoteilchen können kristallin sein. Die Siliziumnanoteilchen können ferner einen kristallinen Bereich und einen amorphen Bereich umfassen.

[0178] Als Silizium enthaltendes Material kann beispielsweise ein Material verwendet werden, das durch SiO_x (x beträgt vorzugsweise kleiner als 2, und noch bevorzugter größer als oder gleich 0,5 und kleiner als oder gleich 1,6) repräsentiert wird.

[0179] Ein Silizium enthaltendes Material kann beispielsweise mehrere Kristallkörnern in einem einzelnen Teilchen aufweisen. So kann beispielsweise eine Konfiguration verwendet werden, bei der ein einzelnes Teilchen ein oder mehrere Siliziumkristallkörner enthält. Das einzelne Teilchen kann auch Siliziumoxid um das Siliziumkristallkorn bzw. die Siliziumkristallkörner herum enthalten. Das Siliziumoxid kann amorph sein. Es kann ein Teilchen verwendet werden, bei dem Graphen an ein sekundäres Teilchen aus Silizium haftet.

[0180] Als Silizium enthaltende Verbindung können beispielsweise Li_2SiO_3 und Li_4SiO_4 verwendet werden. Li_2SiO_3 und Li_4SiO_4 können jeweils kristallin oder amorph sein.

[0181] Die Silizium enthaltende Verbindung kann durch NMR, XRD, Raman-Spektroskopie, SEM, TEM, EDX oder dergleichen analysiert werden.

[0182] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann beispielsweise ein auf Kohlenstoff basierendes Material, wie z. B. Graphit, graphitierbarer Kohlenstoff, nicht-graphitierbarer Kohlenstoff, eine Kohlenstoffnanoröhre, Kohlen schwarz oder Graphen, verwendet werden.

[0183] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann beispielsweise ein Oxid mit einem oder mehreren Elementen ausgewählt aus Titan, Niob, Wolfram und Molybdän verwendet werden.

[0184] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann eine Kombination von mehreren der oben genannten Metalle, Materialien, Verbindungen und dergleichen verwendet werden.

[0185] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann beispielsweise ein Oxid, wie z. B. SnO , SnO_2 , Titandioxid (TiO_2), Lithium-Titan-Oxid ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$), eine Lithium-Graphit-Einlagerungsverbindung (Li_xC_6), Niobpentoxid (Nb_2O_5), Wolframoxid (WO_2) oder Molybdänoxid (MoO_2), verwendet werden.

[0186] Als Negativelektrodenaktivmaterial kann alternativ $\text{Li}_{3-x}\text{M}_x\text{N}$ ($M = \text{Co}, \text{Ni}$ oder Cu) mit einer Li_3N -Struktur verwendet werden, das ein Doppelnitrid von Lithium und einem Übergangsmetall ist. Bei-

spielsweise ist $\text{Li}_{2,6}\text{Co}_{0,4}\text{N}_3$ aufgrund seiner hohen Lade- und Entladekapazität (900 mAh/g) bevorzugt.

[0187] Wenn als Negativelektrodenmaterial das Doppelnitrid von Lithium und einem Übergangsmetall verwendet wird, kann es mit einem kein Lithium-Ionen enthaltenden Positivelektrodenmaterial, wie z. B. V_2O_5 oder Cr_3O_8 , kombiniert werden, was bevorzugt ist. Es sei angemerkt, dass, auch wenn ein Lithium-Ionen enthaltendes Material als Positivelektrodenmaterial verwendet wird, das Doppelnitrid von Lithium und einem Übergangsmetall als Negativelektrodenmaterial verwendet werden kann, indem die in dem Positivelektrodenmaterial enthaltenen Lithium-Ionen im Voraus desorbiert werden.

[0188] Alternativ kann ein eine Konversionsreaktion bewirkendes Material als Negativelektrodenaktivmaterial verwendet werden. Beispielsweise kann ein keine Legierungsreaktion mit Lithium bewirkendes Übergangsmetalloxid, wie z. B. Kobaltoxid (CoO), Nickeloxid (NiO) oder Eisenoxid (FeO), als Negativelektrodenaktivmaterial verwendet werden. Weitere Beispiele für das eine Konversionsreaktion bewirkende Material umfassen ferner Oxide, wie z. B. Fe_2O_3 , CuO , Cu_2O , RuO_2 und Cr_2O_3 , Sulfide, wie z. B. $\text{CoS}_{0,89}$, NiS und CuS , Nitride, wie z. B. Zn_3N_2 , Cu_3N und Ge_3N_4 , Phosphide, wie z. B. NiP_2 , FeP_2 und CoP_3 , sowie Fluoride, wie z. B. FeF_3 und BiF_3 . Es sei angemerkt, dass ein beliebiges der Fluoride wegen seines hohen Potentials auch als Positivelektrodenmaterial verwendet werden kann.

[0189] Das Volumen des Aktivmaterialteilchens ändert sich manchmal bei der Ladung und Entladung; ein fluorhaltiger Elektrolyt zwischen der Vielzahl von Aktivmaterialteilchen in der Elektrode behält jedoch die Glätte bei und verhindert einen Riss, selbst wenn sich das Volumen bei der Ladung und Entladung ändert, so dass ein Effekt der drastischen Erhöhung der Zyklusleistung erzielt wird. Es ist wichtig, dass eine fluorhaltige organische Verbindung zwischen mehreren in einer Elektrode enthaltenen Aktivmaterialien vorhanden ist.

<Positivelektrodenaktivmaterial>

[0190] Beispiele für das Positivelektrodenaktivmaterial umfassen beispielsweise ein Verbundoxid mit einer Olivin-Kristallstruktur, ein Verbundoxid mit einer geschichteten Steinsalzkristallstruktur und ein Verbundoxid mit einer Spinell-Kristallstruktur und dergleichen. Beispielsweise können Verbindungen, wie z. B. LiFePO_4 , LiFeO_2 , LiNiO_2 , LiMn_2O_4 , V_2O_5 , Cr_2O_5 und MnO_2 angegeben werden.

[0191] Als weiteres Positivelektrodenaktivmaterial wird vorzugsweise Lithiumnickeloxid (LiNiO_2 oder $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ ($0 < x < 1$) ($M = \text{Co}, \text{Al}$ oder dergleichen)) mit einem lithiumhaltigen Material gemischt, das eine

Spinellkristallstruktur aufweist und Mangan enthält, wie z. B. LiMn_2O_4 . Diese Zusammensetzung kann die Eigenschaften der Sekundärbatterie verbessern.

[0192] Als Positivelektrodenaktivmaterial kann ferner ein durch die Zusammensetzungsformel $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_d$ darstellbares Lithium-Mangan-Verbindungs-oxid verwendet werden. Als Element M wird hier vorzugsweise Silizium, Phosphor oder ein sich von Lithium und Mangan unterscheidendes Metallelement verwendet, wobei Nickel bevorzugter ist. Wenn die gesamten Teilchen des Lithium-Mangan-Verbindungs-oxids gemessen werden, wird vorzugsweise bei der Entladung das Folgende erfüllt: $0 < a / (b + c) < 2$; $c > 0$; und $0,26 \leq (b + c) / d < 0,5$. Es sei angemerkt, dass die Zusammensetzung von Metallen, Silizium, Phosphor und dergleichen in den gesamten Teilchen des Lithium-Mangan-Verbindungs-oxids beispielsweise mittels eines Massenspektrometers mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) gemessen werden kann. Die Zusammensetzung von Sauerstoff in den gesamten Teilchen des Lithium-Mangan-Verbindungs-oxids kann beispielsweise durch energiedisperse Röntgenspektroskopie (EDX) gemessen werden. Ferner können zusammen mit der ICP-MS-Analyse eine Fusions-Gasanalyse und eine Valenzbewertung einer Röntgenabsorptions-Feinstruktur (X-ray absorption fine structure, XAFS-) Analyse eingesetzt werden. Es sei angemerkt, dass es sich bei dem Lithium-Mangan-Verbindungs-oxid um ein mindestens Lithium und Mangan enthaltendes Oxid handelt, wobei es mindestens eine Art eines Elements ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Chrom, Kobalt, Aluminium, Nickel, Eisen, Magnesium, Molybdän, Zink, Indium, Gallium, Kupfer, Titan, Niob, Silizium, Phosphor und dergleichen enthalten kann.

[0193] Als Positivelektrodenaktivmaterial kann ein mehrere der oben genannten Positivelektrodenaktivmaterialien enthaltendes Teilchen verwendet werden. Das Teilchen kann beispielsweise eine Struktur aufweisen, bei der als erstes Material eines der oben genannten Positivelektrodenaktivmaterialien und als zweites Material ein anderes der oben genannten Positivelektrodenaktivmaterialien verwendet werden, und mindestens ein Teil des ersten Materials mit dem zweiten Material bedeckt wird. Das Teilchen mit einer derartigen Struktur, bei der mindestens ein Teil des ersten Materials mit dem zweiten Material bedeckt wird, wird in einigen Fällen als Positivelektrodenaktivmaterialverbund bezeichnet. Beispiele für den Verbundbildungsprozess umfassen einen Verbundbildungsprozess unter Nutzung der mechanischen Energie, wie z. B. einen mechanochemischen Prozess, einen Mechanofusion-Prozess und einen Kugelmühle-Prozess; einen Verbundbildungsprozess unter Nutzung einer Flüssigphasenreaktion, wie z. B. einen Kopräzipitationsprozess, einen hydrothermalen Prozess und einen Sol-Gel-Prozess; und

einen Verbundbildungsprozess unter Nutzung einer Gasphasenreaktion, wie z. B. einen Trommelsputterprozess, einen Atomlagenabscheidungs- (atomic layer deposition, ALD-) Prozess, einen Verdampfungsprozess und einen chemischen Gasphasenabscheidungs-(chemical vapor deposition, CVD-) Prozess; und als Verbundbildungsprozess kann mindestens eines der vorstehenden Beispiele durchgeführt werden. Nach dem Verbundbildungsprozess wird vorzugsweise eine Wärmebehandlung durchgeführt. Es sei angemerkt, dass der Verbundbildungsprozess in einigen Fällen auch als Oberflächenbeschichtungsbehandlung oder Beschichtungsbehandlung bezeichnet wird.

<Struktur des Positivelektrodenaktivmaterials>

[0194] Es ist bekannt, dass ein Material mit einer geschichteten Steinsalzstruktur, wie z. B. Lithium-Kobalt-Oxid (LiCoO_2), eine hohe Entladekapazität aufweist und als Positivelektrodenaktivmaterial einer Sekundärbatterie ausgezeichnet ist. Ein Beispiel für ein Material mit der geschichteten Steinsalzstruktur ist ein durch LiMO_2 dargestelltes Verbindungs-oxid. Ein Metall M enthält ein Metall Me1. Das Metall Me1 ist eine oder mehrere Arten von Metallen einschließlich von Kobalt. Das Metall M kann zusätzlich zu dem Metall Me1 ferner ein Metall X enthalten. Das Metall X ist ein oder mehrere Metalle ausgewählt aus Magnesium, Calcium, Zirkonium, Lanthan, Barium, Kupfer, Kalium, Natrium und Zink.

[0195] Es ist bekannt, dass der Grad des Jahn-Teller-Effekts in einer Übergangsmetallverbindung entsprechend der Anzahl von Elektronen im d-Orbital des Übergangsmetalls variiert.

[0196] In einer nickelhaltigen Verbindung ist es in einigen Fällen wahrscheinlich, dass eine Verzerrung aufgrund des Jahn-Teller-Effekts verursacht wird. Demzufolge besteht in dem Fall, dass LiNiO_2 mit hoher Spannung geladen und entladen wird, die Sorge, dass die Kristallstruktur aufgrund der Verzerrung gebrochen/zerstört wird. LiCoO_2 ist bevorzugt, da es angedeutet wird, dass LiCoO_2 durch den Jahn-Teller-Effekt weniger beeinflusst wird, und dieses eine bessere Beständigkeit gegenüber Ladung/Entladung mit hoher Spannung aufweisen kann.

[0197] Hierbei ist die Zusammensetzung des durch LiMO_2 dargestellten Lithium-Verbindungs-oxids nicht auf $\text{Li:M:O} = 1:1:2$ beschränkt. Das durch LiMO_2 dargestellte Lithium-Verbindungs-oxid umfasst Lithium-Kobalt-Oxid, Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid, Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium-Oxid, Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Aluminium-Oxid und dergleichen.

[0198] In dem Fall, dass als Element M Kobalt mit mehr als oder gleich 75 Atom-%, bevorzugt mehr

als oder gleich 90 Atom-%, bevorzugter mehr als oder gleich 95 Atom-% verwendet wird, werden viele Vorteile erzielt, wie z. B. eine relativ leichte Synthese, eine leichte Handhabung und eine ausgezeichnete Zyklusleistung.

[0199] Wenn andererseits als Element M vorzugsweise Nickel mit mehr als oder gleich 33 Atom-%, bevorzugt mehr als oder gleich 60 Atom-%, bevorzugter mehr als oder gleich 80 Atom-% verwendet wird, ist es bevorzugt, da in diesem Fall die Kosten der Rohmaterialien im Vergleich mit dem Fall, dass eine große Menge an Kobalt verwendet wird, reduziert werden könnten und die Lade- und Entladekapazität pro Gewicht erhöht werden könnte.

[0200] Wenn als Element M Nickel mit mehr als oder gleich 33 Atom-%, bevorzugt mehr als oder gleich 60 Atom-%, bevorzugter mehr als oder gleich 80 Atom-% verwendet, verkleinert sich in einigen Fällen der Teilchendurchmesser. Daher enthält das vorstehend beschriebene dritte Teilchen beispielsweise Nickel mit mehr als oder gleich 33 Atom-%, bevorzugt mehr als oder gleich 60 Atom-%, bevorzugter mehr als oder gleich 80 Atom-% als Element M.

[0201] Wenn Nickel zusätzlich zu Kobalt als Element M teilweise enthalten ist, wird in einigen Fällen eine Verschiebung einer aus Oktaedern aus Kobalt und Sauerstoff gebildeten geschichteten Struktur verhindert. Dies ist bevorzugt, da die Stabilität der Kristallstruktur besonders in einem Ladezustand bei hoher Temperatur in einigen Fällen erhöht wird. Dies liegt daran, dass es denkbar ist, dass Nickel in den Innenabschnitt des Lithium-Kobalt-Oxids leicht diffundiert und bei der Ladung unter Kationmischung in Lithiumstellen positioniert ist, während es sich bei der Entladung in Kobaltstellen befindet. Es ist denkbar, dass sich bei der Ladung in Lithiumstellen befindendes Nickel als Säule dient, die die aus Oktaedern aus Kobalt und Sauerstoff gebildete geschichtete Struktur stützt, und zur Stabilisierung der Kristallstruktur beiträgt.

[0202] Es sei angemerkt, dass Mangan nicht unbedingt als Element M enthalten sein muss. Ferner muss Nickel nicht unbedingt enthalten sein. Ferner muss Kobalt nicht unbedingt enthalten sein.

[0203] Bei der Ladung wird Lithium durch die Oberfläche des Teilchens freigesetzt, so dass eine Tendenz zu sehen ist, dass die Lithiumkonzentration im Oberflächenschichtabschnitt des Teilchens niedriger ist als im Innenabschnitt und damit die Kristallstruktur gebrochen wird.

[0204] Das Teilchen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält Lithium, Element M und Sauerstoff. Das Teilchen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält ein durch LiMO_2 (M

ist ein oder mehrere Metalle einschließlich von Kobalt) dargestelltes Lithium-Verbundoxid. Das Teilchen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält im Oberflächenschichtabschnitt ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus Magnesium, Fluor, Aluminium und Nickel. Wenn das Teilchen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Oberflächenschichtabschnitt ein oder mehrere dieser Elemente enthält, kann im Oberflächenschichtabschnitt des Teilchens die durch die Ladung und Entladung bewirkte Strukturveränderung reduziert und das Entstehen des Risses verhindert werden können. Damit können eine irreversible Strukturveränderung im Oberflächenschichtabschnitt des Teilchens und die durch die wiederholte Ladung und Entladung bewirkte Verringerung der Kapazität verhindert werden. Die Konzentrationen dieser Elemente im Oberflächenschichtabschnitt ist vorzugsweise höher als die Konzentrationen dieser Elemente im ganzen Teilchen. Das Teilchen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist im Oberflächenschichtabschnitt in einigen Fällen beispielsweise eine Struktur auf, bei der ein Teil der Atome im Lithium-Verbundoxid durch ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus Magnesium, Fluor, Aluminium und Nickel substituiert wird.

[0205] Positivelektrodenaktivmaterialien werden anhand von **Fig. 6** und **Fig. 7** beschrieben.

[0206] Bei dem Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** kann die Verschiebung der CoO_2 -Schichten bei der wiederholten Ladung und Entladung mit hoher Spannung verringert werden. Ferner kann eine Volumenveränderung verringert werden. Demzufolge kann das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** eine ausgezeichnete Zyklusleistung erzielen. Das Positivelektrodenaktivmaterial kann ferner in einem Ladezustand mit hoher Spannung eine stabile Kristallstruktur aufweisen. Wenn der Ladezustand mit hoher Spannung beibehalten wird, könnte deshalb ein Kurzschluss schwierig auftreten. Dies ist bevorzugt, da in diesem Fall die Sicherheit weiter verbessert wird.

[0207] Bei dem Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** sind eine Veränderung der Kristallstruktur und die Volumendifferenz zwischen dem ausreichend entladenen Zustand und dem mit hoher Spannung geladenen Zustand klein, wobei die Volumen für die gleiche Anzahl von Übergangsmetallatomen verglichen werden.

[0208] Das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** kann durch eine geschichtete Steinsalzstruktur dargestellt werden. **Fig. 6** zeigt ein Beispiel für eine Kristallstruktur einer Ausführungsform des Positivelektrodenaktivmaterials vor und nach der Ladung bzw. Entladung. In einer Ausführungsform des Positivelektrodenaktivmaterials kann dessen Oberflächen-

schichtabschnitt zusätzlich zu oder anstelle von einem durch eine später anhand von **Fig. 6** und dergleichen beschriebene geschichtete Steinsalzstruktur dargestellten Bereich einen Kristall enthalten, der Titan, Magnesium und Sauerstoff enthält und durch eine von der geschichteten Steinsalzstruktur unterschiedliche Struktur dargestellt wird. Beispielsweise kann ein Kristall enthalten sein, der Titan, Magnesium und Sauerstoff enthält und durch eine Spinellstruktur dargestellt wird.

[0209] Die Kristallstruktur mit einer Ladetiefe von 0 (in einem Entladezustand) in **Fig. 6** ist R-3m (O3) wie in **Fig. 7**. Andererseits umfasst das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** in dem Fall, dass es eine Ladetiefe in einem ausreichend geladenen Zustand aufweist, einen Kristall mit einer von der H1-3-Typ-Kristallstruktur unterschiedliche Struktur. Diese Struktur weist eine zu der Raumgruppe R-3m gehörende Kristallstruktur auf, und die Symmetrie der CoO₂-Schichten dieser Struktur ist derjenigen der O3-Typ-Struktur gleich. Diese Struktur wird daher in dieser Beschreibung und dergleichen als O3'-Typ-Kristallstruktur bezeichnet. Es sei angemerkt, dass sich in der Ansicht der in **Fig. 6** dargestellten O3'-Typ-Kristallstruktur Lithium an jeder Lithiumstelle mit einer Wahrscheinlichkeit von ungefähr 20% befinden kann; jedoch ist die Konfiguration nicht darauf beschränkt. Lithium kann sich nur an einigen bestimmten Lithiumstellen befinden. Sowohl bei der O3-Typ-Kristallstruktur als auch bei der O3'-Typ-Kristallstruktur befindet sich vorzugsweise eine sehr kleine Menge an Magnesium zwischen den CoO₂-Schichten, d. h. an Lithiumstellen. An Sauerstoffstellen kann sich zufällig eine sehr kleine Menge eines Halogens, wie z. B. Fluor, befinden.

[0210] Es sei angemerkt, dass bei der O3'-Typ-Kristallstruktur ein Ion von Kobalt, Magnesium oder dergleichen eine Stelle besetzt, an der sechs Atome koordiniert sind. Es sei angemerkt, dass ein leichtes Element, wie z. B. Lithium, in einigen Fällen eine Stelle besetzen kann, an der vier Sauerstoffatome koordiniert sind.

[0211] Die O3'-Typ-Kristallstruktur kann auch als Kristallstruktur betrachtet werden, die Li zwischen Schichten zufällig enthält aber einer CdCl₂-Kristallstruktur ähnlich ist. Diese der CdCl₂-Kristallstruktur ähnliche Kristallstruktur ähnelt einer Kristallstruktur von Lithium-Nickel-Oxid (Li_{0,06}NiO₂), das bis einer Ladetiefe von 0,94 geladen worden ist; jedoch ist es bekannt, dass reines Lithium-Kobalt-Oxid oder ein viel Kobalt enthaltendes Positivelektrodenaktivmaterial mit geschichteter Steinsalzstruktur üblicherweise keine CdCl₂-Kristallstruktur aufweist.

[0212] Anionen eines geschichteten Steinsalzkristalls und eines Steinsalzkristalls bilden eine kubisch dichtest gepackte Struktur (kubisch flächenzentrierte

Gitterstruktur). Es wird angenommen, dass auch Anionen eines O3'-Typ-Kristalls eine kubisch dichtest gepackte Struktur bilden. Wenn diese in Kontakt miteinander sind, gibt es eine Kristallebene, an der die Orientierungen der aus Anionen bestehenden, kubisch dichtest gepackten Strukturen miteinander ausgerichtet sind. Es sei angemerkt, dass Raumgruppen des geschichteten Steinsalzkristalls und des O3'-Typ-Kristalls R-3m sind, die sich von der Raumgruppe Fm-3m eines Steinsalzkristalls (der Raumgruppe eines allgemeinen Steinsalzkristalls) unterscheidet; somit unterscheidet sich der die vorstehenden Bedingungen erfüllende Miller-Index der Kristallfläche in dem geschichteten Steinsalzkristall und dem O3'-Typ-Kristall von demjenigen in dem Steinsalzkristall. In dieser Beschreibung könnte in dem geschichteten Steinsalzkristall, dem O3'-Typ-Kristall und dem Steinsalzkristall ein Zustand, in dem die Orientierungen der aus Anionen gebildeten, kubisch dichtest gepackten Strukturen miteinander ausgerichtet sind, als Zustand bezeichnet werden, in dem Kristallorientierungen im Wesentlichen miteinander ausgerichtet sind.

[0213] Bei dem Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** sind im Vergleich mit dem Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 7** die Änderungen der Kristallstruktur von R-3m (O3) im Entladezustand und der O3'-Typ-Kristallstruktur stärker verhindert. Beispielsweise ist die Verschiebung der CoO₂-Schichten bei der Kristallstruktur von R-3m (O3) im Entladezustand und der O3'-Typ-Kristallstruktur kaum zu finden, wie in **Fig. 6** durch gestrichelte Linien dargestellt.

[0214] Insbesondere weist die Struktur des Positivelektrodenaktivmaterials in **Fig. 6** auch bei hoher Ladespannung eine hohe Stabilität auf. Beispielsweise kann auch bei einer Ladespannung, bei der das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 7** die H1-3-Typ-Kristallstruktur aufweist, beispielsweise auch bei einer Spannung von ungefähr 4,6 V in Bezug auf das Potential eines Lithiummetalls das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** die Kristallstruktur von R-3m (O3) beibehalten. Es existiert ein Bereich, in dem auch bei einer höheren Ladespannung, beispielsweise bei einer Spannung von ungefähr 4,65 V bis 4,7 V in Bezug auf das Potential eines Lithiummetalls, die O3'-Typ-Kristallstruktur erhalten werden kann. Erst wenn die Ladespannung auf höher als 4,7 V erhöht wird, wird in einigen Fällen ein H1-3-Typ-Kristall schließlich beobachtet. Außerdem könnte auch bei einer niedrigeren Ladespannung (z. B. bei einer Ladespannung von 4,5 V oder höher und niedriger als 4,6 V in Bezug auf das Potential eines Lithiummetalls) das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** die O3'-Typ-Kristallstruktur aufweisen. Es sei angemerkt, dass dann, wenn beispielsweise Graphit als Negativelektrodenaktivmaterial in einer Sekundärbatterie verwendet wird, die Spannung der Sekundärbatterie um das Potential

von Graphit niedriger ist als die vorstehend erwähnten Spannungen. Das Potential von Graphit ist ungefähr 0,05 V bis 0,2 V in Bezug auf das Potential eines Lithiummetalls. Daher kann beispielsweise selbst dann, wenn die Spannung einer Sekundärbatterie, bei der Graphit als Negativelektrodenaktivmaterial verwendet wird, 4,3 V oder höher und 4,5 V oder niedriger ist, das Positivelektrodenaktivmaterial in Fig. 6 die Kristallstruktur von R-3m (O3) beibehalten, und es existiert ferner ein Bereich mit höherer Ladespannung, beispielsweise ein Bereich, in dem auch bei einer Spannung der Sekundärbatterie von höher als 4,5 V und 4,6 V oder niedriger die O3'-Typ-Kristallstruktur erhalten werden kann. Außerdem kann das Positivelektrodenaktivmaterial einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einigen Fällen auch bei niedrigerer Ladespannung, z. B. bei einer Spannung der Sekundärbatterie von 4,2 V oder höher und niedriger als 4,3 V, die O3'-Typ-Kristallstruktur aufweisen.

[0215] Bei dem Positivelektrodenaktivmaterial in Fig. 6 wird daher die Kristallstruktur nicht so leicht gestört, selbst wenn eine Ladung und Entladung mit hoher Spannung wiederholt wird.

[0216] Bei dem Positivelektrodenaktivmaterial in Fig. 6 weisen die Kristallstruktur von R-3m (O3) im Entladezustand und die O3'-Typ-Kristallstruktur, die die gleiche Anzahl von Kobaltatomen enthalten, eine Volumendifferenz von weniger als oder gleich 2,5 %, ausführlicher weniger als oder gleich 2,2 % und typischerweise 1,8 % auf.

[0217] Es sei angemerkt, dass in der Einheitszelle der O3'-Typ-Kristallstruktur die Koordinaten von Kobalt und Sauerstoff durch Co (0, 0, 0,5) und O (0, 0, x) innerhalb des Bereichs von $0,20 \leq x \leq 0,25$ dargestellt werden können. Des Weiteren beträgt die Gitterkonstante der Einheitszelle der a-Achse bevorzugt $0,2797 \leq a \leq 0,2837$ (nm), bevorzugter $0,2807 \leq a \leq 0,2827$ (nm), typischerweise $a = 0,2817$ (nm). Bezüglich der c-Achse beträgt sie bevorzugt $1,3681 \leq c < 1,3881$ (nm), bevorzugter $1,3751 \leq c \leq 1,3811$ (nm), typischerweise $c = 1,3781$ (nm).

[0218] Eine geringe Menge an sich zwischen den CoO₂-Schichten, d. h. in Lithiumstellen, zufällig befindendem Magnesium kann eine Verschiebung der CoO₂-Schichten verhindern, wenn die Ladung mit hoher Spannung durchgeführt wird. Daher ermöglicht Magnesium zwischen den CoO₂-Schichten, die O3'-Typ-Kristallstruktur leichter zu erhalten.

[0219] Wenn die Temperatur einer Wärmebehandlung zu hoch ist, tritt jedoch eine Kationenmischung auf und erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass Magnesium in eine Kobaltstelle eintritt. Magnesium in Kobaltstellen behält in einigen Fällen weniger wirksam die Struktur von R-3m bei, wenn die Zahl x in

Li_xCoO₂ klein ist. Ferner könnte eine Wärmebehandlung bei einer zu hohen Temperatur zu einer negativen Auswirkung führen; beispielsweise könnte Kobalt reduziert werden und deswegen eine Valenz von zwei aufweisen, oder Lithium könnte verdampft werden.

[0220] Daher ist es bevorzugt, dass vor der Wärmebehandlung zwecks der Verteilung von Magnesium im ganzen Teilchen eine Halogenverbindung, wie z. B. eine Fluorverbindung, dem Lithium-Kobalt-Oxid hinzugefügt wird. Wenn die Halogenverbindung hinzugefügt wird, sinkt der Schmelzpunkt des Lithium-Kobalt-Oxids. Der gesenkte Schmelzpunkt erleichtert, dass sich Magnesium bei einer Temperatur, bei der die Kationenmischung mit geringerer Wahrscheinlichkeit entsteht, in dem ganzen Teilchen verteilt. Ferner kann erwartet werden, dass das Vorhandensein der Fluorverbindung die Korrosionsbeständigkeit gegen durch Zersetzung des Elektrolyten entstehende Flusssäure erhöht.

[0221] Es sei angemerkt, dass dann, wenn die Magnesiumkonzentration einen gewünschten Wert überschreitet, die Wirkung zur Stabilisierung der Kristallstruktur kleiner werden kann. Dies liegt vermutlich daran, dass Magnesium zusätzlich zu den Lithiumstellen in die Kobaltstellen eintritt. Die Anzahl von Magnesiumatomen, die in dem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellten Positivelektrodenaktivmaterial enthalten sind, ist bevorzugt 0,001-mal oder mehr und 0,1 - mal oder weniger, bevorzugter mehr als 0,01-mal und weniger als 0,04-mal, noch bevorzugter ungefähr 0,02-mal so groß wie die Anzahl von Kobaltatomen. Bei der hier angegebenen Magnesiumkonzentration kann es sich beispielsweise um einen Wert handeln, der durch eine Elementanalyse des gesamten Teilchens des Positivelektrodenaktivmaterials mittels ICP-MS oder dergleichen erhalten wird, oder die Magnesiumkonzentration kann auf einem Wert der Zusammensetzung von Rohstoffen im Herstellungsprozess des Positivelektrodenaktivmaterials basieren.

[0222] Die Anzahl von Nickelatomen, die in dem Positivelektrodenaktivmaterial enthalten sind, ist bevorzugt 7,5% oder weniger, bevorzugter 0,05% oder mehr und 4% oder weniger, noch bevorzugter 0,1% oder mehr und 2% oder weniger der Anzahl von Kobaltatomen. Bei der hier angegebenen Nickelkonzentration kann es sich beispielsweise um einen Wert handeln, der durch eine Elementanalyse des gesamten Teilchens des Positivelektrodenaktivmaterials mittels ICP-MS oder dergleichen erhalten wird, oder die Nickelkonzentration kann auf einem Wert der Zusammensetzung von Rohstoffen im Herstellungsprozess des Positivelektrodenaktivmaterials basieren.

[0223] Das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 6** kann auch bei extrem hoher Ladespannung einen Bruch der Kristallstruktur verhindern, so dass eine wiederholte Ladung mit extrem hoher Ladeschlussspannung möglich ist. Die erhöhte Ladeschlussspannung kann eine Energiedichte der Sekundärbatterie erhöhen, so dass Energie aus der Sekundärbatterie effizient extrahiert werden kann. Auch bei einer Verwendung der Sekundärbatterie mit hoher Ladeschlussspannung ermöglicht das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine einfache Schätzung des Zustands der Sekundärbatterie und eine dem geschätzten Zustand entsprechende Steuerung der Sekundärbatterie, so dass das Energiespeichersystem sicher betrieben werden kann. Die Ausstattung des Energiespeichersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit dem Positivelektrodenaktivmaterial einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ermöglicht einen stabilen Betrieb der Sekundärbatterie in einem breiten Bereich einer Lade- und Entladespannung.

<Teilchendurchmesser>

[0224] Wenn der Teilchendurchmesser des Positivelektrodenaktivmaterials zu groß ist, treten Probleme auf, wie z. B. eine Schwierigkeit der Lithiumdiffusion und eine Oberflächenrauheit der Aktivmaterialschicht beim Auftragen auf den Stromkollektor. Im Gegensatz dazu verursacht ein zu kleiner Teilchendurchmesser Probleme, wie z. B. eine Schwierigkeit des Tragens der Aktivmaterialschicht beim Auftragen auf den Stromkollektor und eine Überreaktion mit dem Elektrolyten. Der durchschnittliche Teilchendurchmesser (D50: auch als mittlerer Durchmesser bezeichnet) beträgt deshalb bevorzugt größer als oder gleich 1 μm und kleiner als oder gleich 100 μm , bevorzugter größer als oder gleich 2 μm und kleiner als oder gleich 40 μm und noch bevorzugter größer als oder gleich 5 μm und kleiner als oder gleich 30 μm .

<Analyseverfahren>

[0225] Indem eine mit hoher Spannung geladene Positivelektrode durch XRD, Elektronenbeugung, Neutronenbeugung, Elektronenspinresonanz (ESR), Kernspinresonanz (nuclear magnetic resonance, NMR) oder dergleichen analysiert wird, kann bestimmt werden, ob ein gegebenes Positivelektrodenaktivmaterial bei der Ladung mit hoher Spannung die O3'-Typ-Kristallstruktur aufweist. Insbesondere ist XRD beispielsweise dahingehend bevorzugt, dass die Symmetrie eines Übergangsmetalls, wie z. B. Kobalt, in dem Positivelektrodenaktivmaterial mit hoher Auflösung analysiert werden kann, dass ein Vergleich des Grads der Kristallinität und ein Vergleich der Kristallorientierung durchgeführt werden können, dass eine periodische Verzerrung der Gitter-

anordnung und die Kristallitgröße analysiert werden können und dass eine durch Zerlegung einer Sekundärbatterie erhaltene Positivelektrode an sich mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden kann.

[0226] Wie zuvor beschrieben, ist das Positivelektrodenaktivmaterial dadurch gekennzeichnet, dass eine Veränderung der Kristallstruktur zwischen einem Ladezustand mit hoher Spannung und einem Entladezustand gering ist. Ein Material, in dem die sich zwischen einem Ladezustand mit hoher Spannung und einem Entladezustand weitgehend verändernde Kristallstruktur mehr als oder gleich 50 Gew.-% einnimmt, kann nicht einer Ladung und Entladung mit hoher Spannung standhalten und ist daher nicht bevorzugt. Es ist zu beachten, dass die gezielte Kristallstruktur nicht immer durch einfachen Zusatz eines Verunreinigungselements erhalten werden kann. Beispielsweise gibt es einen Fall, dass in einem Ladezustand mit hoher Spannung die O3'-Typ-Kristallstruktur 60 Gew.-% oder mehr einnimmt, und einen Fall, dass die H1-3-Typ-Kristallstruktur 50 Gew.-% oder mehr einnimmt, obwohl es sich in beiden Fällen um ein Magnesium und Fluor enthaltendes Lithium-Kobalt-Oxid handelt. In einigen Fällen nimmt bei einer vorbestimmten Spannung die O3'-Typ-Kristallstruktur fast 100 Gew.-%, und wenn die vorbestimmte Spannung erhöht wird, kann die H1-3-Typ-Kristallstruktur entstehen. Daher wird die Kristallstruktur des Positivelektrodenaktivmaterials vorzugsweise durch XRD oder dergleichen analysiert. In Kombination mit einer Messung durch XRD oder dergleichen kann eine spezifischere Analyse durchgeführt werden.

[0227] Es sei angemerkt, dass sich dann, wenn das sich in einem Ladezustand mit hoher Spannung oder in einem Entladezustand befindende Positivelektrodenaktivmaterial der Luft ausgesetzt wird, seine Kristallstruktur verändern könnte. Beispielsweise kann sich die O3'-Typ-Kristallstruktur in die H1-3-Typ-Kristallstruktur verändern. Aus diesem Grund werden alle Proben vorzugsweise in einer inerten Atmosphäre, wie z. B. einer argonhaltigen Atmosphäre, behandelt.

[0228] Das Positivelektrodenaktivmaterial in **Fig. 7** ist ein Lithium-Kobalt-Oxid (LiCoO_2), dem kein Metall X zugesetzt ist. Bei dem Lithium-Kobalt-Oxid in **Fig. 7** verändert sich die Kristallstruktur entsprechend der Ladetiefe.

[0229] Wie in **Fig. 7** dargestellt, umfasst das Lithium-Kobalt-Oxid mit einer Ladetiefe von 0 (im Entladezustand) einen die Kristallstruktur der Raumgruppe R-3m aufweisenden Bereich, und drei CoO_2 -Schichten sind in einer Einheitszelle vorhanden. Daher wird diese Kristallstruktur in einigen Fällen als O3-Typ-Kristallstruktur bezeichnet. Es sei angemerkt, dass die CoO_2 -Schicht eine Struktur aufweist,

bei der sich eine oktaedrische Struktur, bei der sechs Sauerstoffatome an Kobalt koordiniert sind, in einem Zustand der Kantenteilung in einer Ebene fortsetzt.

[0230] Lithium-Kobalt-Oxid mit einer Ladetiefe von 1 weist eine Kristallstruktur der Raumgruppe P-3m1 auf und umfasst eine CoO_2 -Schicht in einer Einheitszelle. Daher wird diese Kristallstruktur in einigen Fällen als O1-Kristallstruktur bezeichnet.

[0231] Lithium-Kobalt-Oxid mit einer Ladetiefe von ungefähr 0,8 weist eine Kristallstruktur der Raumgruppe R-3m auf. Diese Struktur kann auch als Struktur betrachtet werden, bei der eine CoO_2 -Struktur wie die P-3m1- (O1-) Struktur und eine LiCoO_2 -Struktur wie die R-3m- (O3-) Struktur abwechselnd übereinander angeordnet sind. Daher wird diese Kristallstruktur in einigen Fällen als H1-3-Typ-Kristallstruktur bezeichnet. Es sei angemerkt, dass die Anzahl von Kobaltatomen pro Einheitszelle der tatsächlichen H1-3-Typ-Kristallstruktur doppelt so groß ist wie diejenige der anderen Strukturen. In dieser Beschreibung, typischerweise in Fig. 7, wird jedoch zum leichten Vergleich mit den anderen Strukturen die c-Achse der H1-3-Typ-Kristallstruktur auf 1/2 derjenigen der Einheitszelle verkürzt dargestellt.

[0232] Für die H1-3-Typ-Kristallstruktur können die Koordinaten von Kobalt und Sauerstoff in der Einheitszelle beispielsweise wie folgt dargestellt werden: Co (0, 0, 0,42150±0,00016), O₁ (0, 0, 0,27671±0,00045) und O₂ (0, 0, 0,11535±0,00045). O₁ und O₂ sind jeweils ein Sauerstoffatom. Auf diese Weise wird die H1-3-Typ-Kristallstruktur durch eine Einheitszelle mit einem Kobaltatom und zwei Sauerstoffatomen dargestellt. Andererseits wird die O3'-Typ-Kristallstruktur einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise durch eine Einheitszelle mit einem Kobaltatom und einem Sauerstoffatom dargestellt. Dies bedeutet, dass sich die Symmetrie von Kobalt und Sauerstoff zwischen der O3'-Typ-Kristallstruktur und der H1-3-Typ-Struktur unterscheidet und dass bei der O3'-Typ-Kristallstruktur der Veränderungsbetrag von der O3-Typ-Struktur kleiner ist als derjenige bei der H1-3-Typ-Struktur. Eine geeignete Einheitszelle zur Darstellung der Kristallstruktur des Positivelektrodenaktivmaterials kann beispielsweise derart ausgewählt werden, dass der GOF- (good of fitness) Wert bei einer XRD-Rietveld-Analyse kleiner wird.

[0233] Wenn eine Ladung mit hoher Spannung von 4,6 V oder mehr, basierend auf dem Redoxpotential eines Lithiummetalls, bzw. eine Ladung mit einer großen Ladetiefe von 0,8 oder mehr und eine Entladung wiederholt werden, kommt es zur kontinuierlichen Veränderung (Wechsel) der Kristallstruktur des Lithium-Kobalt-Oxids (d. h. zum Auftreten einer ungleichgewichtigen Phasenänderung) zwischen

der H1-3-Typ-Kristallstruktur und der zu R-3m (O3) gehörenden Struktur in einem Entladezustand.

[0234] Zwischen diesen zwei Kristallstrukturen besteht jedoch eine große Verschiebung der CoO_2 -Schichten. Wie in Fig. 7 durch gestrichelte Linien und Pfeile dargestellt, ist die Verschiebung der CoO_2 -Schichten bei der H1-3-Typ-Kristallstruktur größer als diejenige bei der R-3m- (O3-) Struktur. Eine derartige dynamische Strukturveränderung kann sich negativ auf die Stabilität der Kristallstruktur auswirken.

[0235] Eine Volumendifferenz ist auch groß. Die H1-3-Typ-Kristallstruktur und die O3-Typ-Kristallstruktur in einem Entladezustand weisen beim Vergleich mit gleicher Kobaltatomanzahl eine Volumendifferenz von 3,0 % oder mehr auf.

[0236] Zusätzlich ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass eine Struktur instabil ist, bei der die CoO_2 -Schichten wie bei P-3m1 (O1) der H1-3-Typ-Kristallstruktur kontinuierlich angeordnet sind.

[0237] Demzufolge wird die Kristallstruktur von Lithium-Kobalt-Oxid durch wiederholte Ladung und Entladung mit hoher Spannung allmählich gebrochen. Die gebrochene Kristallstruktur verursacht eine Verschlechterung der Zyklusleistung. Das liegt vermutlich daran, dass bei der gebrochenen Kristallstruktur die Anzahl von Stellen abnimmt, an denen sich Lithium stabil befinden kann, und die Einlagerung und Auslagerung von Lithium schwierig wird.

<Elektrolyt>

[0238] Ein Elektrolyt enthält vorzugsweise ein Lösungsmittel und ein als Ladungsträgerion dienendes Metallsalz. Als Lösungsmittel des Elektrolyten wird vorzugsweise ein aprotisches organisches Lösungsmittel verwendet und beispielsweise kann eines von Ethylencarbonat (EC), Propylencarbonat (PC), Butylencarbonat, Chlorethylencarbonat, Vinylencarbonat, γ -Butyrolacton, γ -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 und Sulton verwendet werden, oder zwei oder mehr von diesen Lösungsmitteln können in einer geeigneten Kombination in einem geeigneten Verhältnis verwendet werden.

[0239] Alternativ kann die Verwendung einer oder mehrerer Arten von Eigenschaften von Nicht-Entflammbarkeit und Nicht-Flüchtigkeit aufweisenden ionischen Flüssigkeiten (bei Raumtemperatur geschmolzenen Salzen) als Lösungsmittel des Elekt-

rolyten verhindern, dass eine Sekundärbatterie explodiert und Feuer fängt, selbst wenn die Sekundärbatterie innen kurzgeschlossen wird oder die Innentemperatur wegen einer Überladung oder dergleichen ansteigt. Eine ionische Flüssigkeit enthält ein Kation und ein Anion, insbesondere ein organisches Kation und ein Anion. Beispiele für das für den Elektrolyten verwendete organische Kation umfassen aliphatische Oniumkationen, wie z. B. ein quaternäres Ammoniumkation, ein tertiäres Sulfoniumkation und ein quaternäres Phosphoniumkation, aromatische Kationen, wie z. B. ein Imidazoliumkation und ein Pyridiniumkation. Beispiele für das für den Elektrolyten verwendete Anion umfassen ein einwertiges auf Amid basierendes Anion, ein einwertiges auf Methid basierendes Anion, ein Fluorsulfonatanion, ein Perfluoralkylsulfonatanion, ein Tetrafluorboratanion, ein Perfluoralkylboratanion, ein Hexafluorphosphatanion und ein Perfluoralkylphosphatanion.

[0240] Als in dem vorstehenden Lösungsmittel aufgelöstes Salz kann beispielsweise eine Art eines Lithiumsalzes, wie z. B. LiPF_6 , LiClO_4 , LiAsF_6 , LiBF_4 , LiAlCl_4 , LiSCN , LiBr , LiI , Li_2SO_4 , $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$, $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{Cl}_{12}$, LiCF_3SO_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, oder zwei oder mehr Arten von diesen können in einer geeigneten Kombination und einem geeigneten Verhältnis verwendet werden.

[0241] Als für eine Sekundärbatterie verwendeter Elektrolyt wird vorzugsweise eine hoch gereinigte Elektrolytlösung verwendet, die nur eine geringe Menge von Staubteilchen oder sich von den Bestandteilen des Elektrolyten unterscheidenden Elementen (nachstehend auch einfach als „Verunreinigungen“ bezeichnet) enthält. Insbesondere ist das Gewichtsverhältnis von Verunreinigungen zu dem Elektrolyten bevorzugt weniger als oder gleich 1 %, bevorzugter weniger als oder gleich 0,1 %, noch bevorzugter weniger als oder gleich 0,01 %.

[0242] Ferner kann ein Additivmittel, wie z. B. Vinylencarbonat, Propansulton (PS), tert-Butylbenzol (TBB), Fluorethylencarbonat (FEC), Lithium-Bis(oxalat)borat (LiBOB) oder eine Dinitrilverbindung, wie Succinonitril oder Adiponitril, dem Elektrolyten zugesetzt werden. Die Konzentration des zugesetzten Materials in dem ganzen Lösungsmittel kann beispielsweise höher als oder gleich 0,1 Gew.-% und niedriger als oder gleich 5 Gew.-% betragen. VC und LiBOB sind besonders bevorzugt, da sie die Bildung eines vorteilhaften Beschichtungsfilms erleichtern.

[0243] Eine ein Lösungsmittel und ein als Ladungsträgerion dienendes Salz enthaltende Lösung wird in einigen Fällen als Elektrolytlösung.

[0244] Ein durch Quellen eines Polymers mit einer Elektrolytlösung erhaltener Polymer-Gel-Elektrolyt kann verwendet werden.

[0245] Wenn ein Polymer-Gel-Elektrolyt verwendet wird, wird die Sicherheit gegen eine Flüssigkeitsleckage und dergleichen verbessert. Darüber hinaus kann eine Sekundärbatterie dünner und leichter sein.

[0246] Als einer Gelierung unterzogenes Polymer kann ein Silikongel, ein Acrylgel, ein Acrylnitrilgel, ein Gel auf Polyethylenoxidbasis, ein Gel auf Polypropylenoxidbasis, ein Polymergel auf Fluorbasis oder dergleichen verwendet werden.

[0247] Als Polymer kann beispielsweise ein Polymer mit einer Polyalkylenoxid-Struktur, wie z. B. Polyethylenoxid (PEO), PVDF, Polyacrylnitril und ein eines von ihnen enthaltendes Copolymer verwendet werden. Beispielsweise kann PVDF-HFP verwendet werden, das ein Copolymer von PVDF und Hexafluorpropylen (HFP) ist. Das gebildete Polymer kann porös sein.

[0248] Alternativ kann als Elektrolyt ein Festelektrolyt, der ein anorganisches Material, wie z. B. ein auf Sulfid basierendes oder auf Oxid basierendes anorganisches Material, enthält, und ein Festelektrolyt, der ein Polymermaterial, wie z. B. ein auf Polyethylenoxid (PEO) basierendes Polymermaterial, enthält, verwendet werden. Wenn der Festelektrolyt verwendet wird, sind ein Separator und/oder ein Abstandhalter unnötig. Da die Batterie vollständig verfestigt werden kann, besteht keine Möglichkeit einer Flüssigkeitsleckage, wodurch die Sicherheit dramatisch erhöht wird.

<Separator>

[0249] Für den Separator 507 kann ein beispielsweise von Papier, Vliesstoff, Glasfaser, Keramik oder dergleichen gebildeter Separator verwendet werden. Alternativ kann Nylon (Polyamid), Vinyon (auf Polyvinylalkohol basierende Faser), Polyester, Acryl, Polyolefin, Polyurethan, Polypropylen, Polyethylen oder dergleichen verwendet werden. Der Separator wird vorzugsweise briefumschlagförmig verarbeitet, um entweder die Positivelektrode oder die Negativelektrode zu umschließen.

[0250] Alternativ kann für den Separator 507 beispielsweise ein Polypropylen, Polyethylen, Polyimid oder dergleichen enthaltender Polymerfilm verwendet werden. Polyimid weist eine hohe Benetzbarkeit für eine ionische Flüssigkeit auf, so dass es als Material für den Separator 507 in einigen Fällen bevorzugter ist.

[0251] Der Polypropylen, Polyethylen oder dergleichen enthaltende Polymerfilm kann durch ein Tro-

ckenverfahren oder ein Nassverfahren hergestellt werden. Es handelt sich beim Trockenverfahren um ein Herstellungsverfahren, bei dem der Polypropylen, Polyethylen, Polyimid oder dergleichen enthaltende Polymerfilm unter Erwärmung gestreckt wird, und damit Lücken zwischen Kristallen entstehen, um kleine Löcher zu machen. Es handelt sich beim Nassverfahren um ein Herstellungsverfahren, bei dem nach einer filmartigen Formung eines Harzes, in das vorher ein Lösungsmittel eingemischt ist, das Lösungsmittel extrahiert wird, um Löcher zu machen.

[0252] Die linke Ansicht von **Fig. 8B** ist eine vergrößerte Ansicht eines Bereichs 507a als ein Beispiel für den Separator 507 (bei der Herstellung durch das Nassverfahren). In diesem Beispiel ist eine Struktur gezeigt, bei der ein Polymerfilm 581 mehrere Löcher 582 aufweist. Die rechte Ansicht von **Fig. 8B** ist eine vergrößerte Ansicht eines Bereichs 507b als anderes Beispiel für den Separator 507 (bei der Herstellung durch das Trockenverfahren). In diesem Beispiel ist eine Struktur gezeigt, bei der ein Polymerfilm 584 mehrere Löcher 585 aufweist.

[0253] Lochdurchmesser des Separators im Oberflächenschichtabschnitt einer der Positivelektrode gegenüberliegenden Fläche und diejenigen im Oberflächenschichtabschnitt einer der Negativelektrode gegenüberliegenden Fläche nach der Ladung und Entladung unterscheiden sich in einigen Fällen voneinander. In dieser Beschreibung und dergleichen handelt es sich bei dem Oberflächenschichtabschnitt des Separators bevorzugt beispielsweise um einen Bereich innerhalb von 5 µm, bevorzugter innerhalb von 3 µm von der Oberfläche .

[0254] Der Separator kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen. Beispielsweise kann eine mehrschichtige Struktur bestehend aus zwei Arten von Polymermaterialien verwendet werden.

[0255] Beispielsweise kann der Polypropylen, Polyethylen, Polyimid oder dergleichen enthaltende Polymerfilm mit einem auf Keramik basierendem Material, einem auf Fluor basierendem Material, einem auf Polyamid basierendem Material, einem Gemisch davon oder dergleichen beschichtet werden. Alternativ kann beispielsweise ein Vliesstoff mit einem auf Keramik basierendem Material, einem auf Fluor basierendem Material, einem auf Polyamid basierendem Material, einem Gemisch davon oder dergleichen beschichtet werden. Polyimid weist eine hohe Benetzbarkeit für eine ionische Flüssigkeit auf, so dass es als Material zur Beschichtung in einigen Fällen bevorzugter ist.

[0256] Als auf Fluor basierendes Material können beispielsweise PVdF, Polytetrafluorethylen oder dergleichen verwendet werden.

[0257] Als auf Polyamid basierendes Material können beispielsweise Nylon, Aramid (Aramid auf Meta-Basis oder Aramid auf Para-Basis) oder dergleichen verwendet werden.

<Außenteil>

[0258] Für ein in der Sekundärbatterie enthaltenes Außenteil können beispielsweise eines oder mehrere ausgewählt aus Metallmaterialien, wie z. B. Aluminium, und Harzmaterialien verwendet werden. Es kann auch ein filmartiges Außenteil verwendet werden. Als Film kann beispielsweise ein Film mit einer dreischichtigen Struktur verwendet werden, bei der ein hochflexibler dünner Metallfilm aus Aluminium, Edelstahl, 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 basierendem Harz, einem auf Polyester basierendem Harz oder dergleichen als Außenfläche des Außenteils über dem dünnen Metallfilm bereitgestellt ist.

[0259] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen implementiert werden.

(Ausführungsform 3)

[0260] In dieser Ausführungsform wird ein Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie beschrieben.

<Herstellungsverfahren einer laminierten Sekundärbatterie 1>

[0261] Hier wird anhand von **Fig. 10A** und **Fig. 10B** sowie **Fig. 11A** und **Fig. 11B** ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren der laminierten Sekundärbatterie beschrieben, deren Außenansichten in **Fig. 9A**, **Fig. 9B** und **Fig. 9C** dargestellt sind. Die Sekundärbatterie 500 in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** umfasst die Positivelektrode 503, die Negativelektrode 506, den Separator 507, das Außenteil 509, eine Positivelektrodenanschlusselektrode 510 und eine Negativelektrodenanschlusselektrode 511. Es sei angemerkt, dass für eine Querschnittsansicht der laminierten Sekundärbatterie in **Fig. 9A** und dergleichen beispielsweise eine von dem Außenteil umschlossene, mehrschichtige Struktur bestehend aus der Positivelektrode, dem Separator und der Negativelektrode verwendet werden kann, wie in nachstehender **Fig. 19** gezeigt.

[0262] Zuerst werden die Positivelektrode 503, die Negativelektrode 506 und der Separator 507 bereitgestellt. **Fig. 10A** zeigt ein Beispiel für Außenansichten der Positivelektrode 503 und der Negativelektrode 506. Die Positivelektrode 503 weist die Positivelektrodenaktivmaterialschicht 502 über dem

Positivelektrodenstromkollektor 501 auf. Die Positivelektrode 503 weist vorzugsweise einen Etikettenbereich mit dem freigelegten Positivelektrodenstromkollektor 501 auf. Die Negativelektrode 506 weist die Negativelektrodenaktivmaterialschicht 505 über dem Negativelektrodenstromkollektor 504 auf. Die Negativelektrode 506 weist vorzugsweise einen Etikettenbereich mit dem freigelegten Negativelektrodenstromkollektor 504 auf.

[0263] Als Nächstes werden die Negativelektrode 506, der Separator 507 und die Positivelektrode 503 übereinander angeordnet. **Fig. 10B** stellt die die Negativelektrode 506, den Separator 507 und die Positivelektrode 503 umfassende Schichtanordnung dar. Im hier gezeigten Beispiel werden 5 Paare von Negativelektroden und 4 Paare von Positivelektroden verwendet. Es kann auch als Schichtanordnung bestehend aus den Negativelektroden, den Separatoren und den Positivelektroden bezeichnet werden.

[0264] Als Nächstes werden die Etikettenbereiche der Positivelektroden 503 miteinander verbunden, und die Positivelektrodenanschlusselektrode 510 wird an dem Etikettenbereich der auf der äußersten Oberfläche liegenden Positivelektrode befestigt. Das Verbinden kann beispielsweise durch Ultraschallschweißen durchgeführt werden. Auf ähnliche Weise werden die Etikettenbereiche der Negativelektroden 506 miteinander verbunden, und die Negativelektrodenanschlusselektrode 511 wird an dem Etikettenbereich der auf der äußersten Oberfläche liegenden Negativelektrode befestigt.

[0265] Als Nächstes werden die Negativelektroden 506, die Separatoren 507 und die Positivelektroden 503 über dem Außenteil 509 angeordnet.

[0266] Als Nächstes wird, wie in **Fig. 11A** dargestellt, das Außenteil 509 entlang der gestrichelten Linie zugeklappt. Danach werden die Außenkanten des Außenteils 509 miteinander verbunden. Das Verbinden kann beispielsweise durch Thermokompression durchgeführt werden. Dabei bleibt ein Teil (oder eine Seite) des Außenteils 509 unverbunden (um einen Einlass 516 bereitzustellen), damit der Elektrolyt 508 später darin eingeleitet werden kann.

[0267] Anschließend wird der Elektrolyt 508 in das Außenteil 509 durch den an dem Außenteil 509 angebrachten Einlass 516 eingeleitet, wie in **Fig. 11B** gezeigt. Der Elektrolyt 508 wird vorzugsweise in einer Atmosphäre mit reduziertem Druck oder in einer inerten Atmosphäre eingeleitet. Schließlich wird der Einlass 516 durch Verbinden abgedichtet. Auf diese Weise kann eine laminierte Sekundärbatterie 500 hergestellt werden.

[0268] Im Vorstehenden werden die Positivelektrodenanschlusselektrode 510 und die Negativelektrodenanschlusselektrode 511 durch dieselbe Seite aus dem Außenteil ausgeleitet, um die Sekundärbatterie 500 in **Fig. 9A** herzustellen. Die Positivelektrodenanschlusselektrode 510 und die Negativelektrodenanschlusselektrode 511 können auch durch einander gegenüberliegende Seiten jeweils aus dem Außenteil ausgeleitet werden, um die Sekundärbatterie 500 in **Fig. 9B** herzustellen.

<Zylindrische Sekundärbatterie>

[0269] Ein Beispiel für eine zylindrische Sekundärbatterie wird anhand von **Fig. 12A** beschrieben. Eine zylindrische Sekundärbatterie 400 weist, wie in **Fig. 12A** dargestellt, eine Positivelektrodenkappe (Batteriedeckel) 401 an einer Oberseite und eine Batteriedose (Außendose) 402 an einer Seitenfläche und einer Unterseite auf. Die Positivelektrodenkappe 401 und die Batteriedose (Außendose) 402 sind durch eine Dichtung (Isolierdichtung) 410 voneinander isoliert.

[0270] **Fig. 12B** zeigt eine schematische Querschnittsansicht der zylindrischen Sekundärbatterie. Die zylindrische Sekundärbatterie in **Fig. 12B** weist eine Positivelektrodenkappe (Batteriedeckel) 601 an einer Oberseite und eine Batteriedose (Außendose) 602 an einer Seitenfläche und einer Unterseite auf. Die Positivelektrodenkappe und die Batteriedose (Außendose) 602 sind durch eine Dichtung (Isolierdichtung) 610 voneinander isoliert.

[0271] Innerhalb der eine hohle zylindrische Form aufweisenden Batteriedose 602 ist ein Batterieelement bereitgestellt, bei dem eine streifenförmige Positivelektrode 604 und eine streifenförmige Negativelektrode 606 gewickelt sind, zwischen denen ein Separator 605 liegt. Obwohl nicht dargestellt, ist das Batterieelement um einen zentralen Stift gewickelt. Ein Ende der Batteriedose 602 ist geschlossen, und ihr anderes Ende ist geöffnet. Für die Batteriedose 602 kann ein Metall mit Korrosionsbeständigkeit gegen eine Elektrolytlösung, wie z. B. Nickel, Aluminium oder Titan, eine Legierung eines derartigen Metalls oder eine Legierung aus einem derartigen Metall und einem weiteren Metall (z. B. Edelstahl) verwendet werden. Eine Beschichtung der Batteriedose 602 mit Nickel oder Aluminium oder dergleichen ist bevorzugt, um eine Korrosion aufgrund der Elektrolytlösung zu verhindern. Innerhalb der Batteriedose 602 ist das Batterieelement, bei dem die Positivelektrode, die Negativelektrode und der Separator gewickelt sind, zwischen einem Paar von einander zugewandten Isolierplatten 608 und 609 angeordnet. Eine nicht-wässrige Elektrolytlösung (nicht dargestellt) wird in die mit dem Batterieelement versehene Batteriedose 602 injiziert. Als nicht-wässrige Elektrolytlösung kann eine Elektrolytlösung verwenden

det werden, die derjenigen der Knopfzellen-Sekundärbatterie ähnlich ist.

[0272] Da die für den zylindrischen Akkumulator verwendeten Positivelektrode und Negativelektrode gewickelt sind, sind vorzugsweise Aktivmaterialien auf beiden Seiten der Stromkollektoren ausgebildet. Ein Positivelektrodenanschluss (Positivelektroden-Stromsammelleitung) 603 ist mit der Positivelektrode 604 verbunden, und ein Negativelektrodenanschluss (Negativelektroden-Stromsammelleitung) 607 ist mit der Negativelektrode 606 verbunden. Sowohl für den Positivelektrodenanschluss 603 als auch für den Negativelektrodenanschluss 607 kann ein Metallmaterial, wie z. B. Aluminium, verwendet werden. Der Positivelektrodenanschluss 603 und der Negativelektrodenanschluss 607 sind jeweils an einem Sicherheitsventil-Mechanismus 613 und am Boden der Batteriedose 602 widerstandsgeschweißt. Der Sicherheitsventil-Mechanismus 613 ist über ein positives Temperaturkoeffizienten- (Positive Temperature Coefficient, PTC-) Element 611 elektrisch mit der Positivelektrodenkappe 601 verbunden. Der Sicherheitsventil-Mechanismus 613 trennt die elektrische Verbindung zwischen der Positivelektrodenkappe 601 und der Positivelektrode 604, wenn der Innendruck der Batterie einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet. Das PTC-Element 611 ist ein wärmeempfindlicher Widerstand, dessen Widerstand sich mit dem Temperaturanstieg erhöht, und schränkt die Strommenge durch die Erhöhung des Widerstandes ein, um eine abnormale Wärmeerzeugung zu verhindern. Eine auf Bariumtitanat (BaTiO_3) basierende Halbleiterkeramik oder dergleichen kann für das PTC-Element verwendet werden.

[0273] Fig. 12C zeigt ein Beispiel für ein Energiespeichersystem 415. Das Energiespeichersystem 415 weist mehrere Sekundärbatterien 400 auf. Die Positivelektrode jeder Sekundärbatterie ist in Kontakt mit einem durch einen Isolator 425 isolierten Leiter 424 und elektrisch mit diesem verbunden. Der Leiter 424 ist über eine Leitung 423 elektrisch mit einem Steuersystem 420 verbunden. Die Negativelektrode jeder Sekundärbatterie ist über eine Leitung 426 elektrisch mit dem Steuersystem 420 verbunden. Als Steuersystem 420 kann das in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Steuersystem verwendet werden. Das Steuersystem 420 weist die in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Messschaltung auf. Bei dem Energiespeichersystem 415 kann mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Zustand der Sekundärbatterie 400 geschätzt werden. Das Energiespeichersystem 415 weist ferner eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen oder Entladebedingungen der Sekundärbatterie 400 aufgrund des mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geschätzten Zustands auf.

[0274] Alternativ können, wie in Fig. 12D gezeigt, einige Komponenten des Steuersystems 420 des Energiespeichersystems 415 als Schaltungen 420a bereitgestellt werden, jede von denen als Chip für jede Sekundärbatterie 400 dient, und die anderen Komponenten können als Schaltung 420b bereitgestellt werden, die als einziger Chip dient. Beispielsweise kann mit der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bei dem Steuersystem 420 jede Schaltung 420a ausgestattet werden.

[0275] Eine Temperatursteuervorrichtung kann zwischen den mehreren Sekundärbatterien 400 bereitgestellt sein. Wenn die Sekundärbatterien 400 überwärmt werden, kann die Temperatursteuervorrichtung diese kühlen, und wenn die Sekundärbatterien 400 zu stark gekühlt werden, kann die Temperatursteuervorrichtung diese erwärmen. Daher wird die Leistung des Energiespeichersystems 415 durch die Umgebungstemperatur schwierig beeinflusst wird.

[0276] Es sei angemerkt, dass Fig. 12A und dergleichen ein Beispiel für das entsprechend der Form der zylindrischen Dose gewickelte Teil bestehend aus der Positivelektrode, der Negativelektrode und dem Separator zeigen; jedoch kann eine rechteckige Sekundärbatterie dadurch erhalten werden, dass das gewickelte Teil beispielsweise der Form der rechteckigen Dose angepasst wird.

<Sekundärbatteriepack>

[0277] Als Nächstes werden Beispiele für das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von Fig. 13A bis Fig. 13C beschrieben.

[0278] Fig. 13A zeigt eine Außensicht eines Sekundärbatteriepacks 531. Fig. 13B stellt eine Struktur des Sekundärbatteriepacks 531 dar. Der Sekundärbatteriepack 531 umfasst eine Leiterplatte 521 und eine Sekundärbatterie 513. Die Sekundärbatterie 513 umfasst einen 551 von einem Positivelektrodenanschluss und einem Negativelektrodenanschluss und den anderen 552 von dem Positivelektrodenanschluss und dem Negativelektrodenanschluss und ist mit einem Etikett 514 bedeckt. Die Leiterplatte 521 ist von einer Dichtung 515 befestigt. Der Sekundärbatteriepack 531 umfasst ferner eine Antenne 517.

[0279] Die Leiterplatte 521 weist ein Steuersystem 590 auf. Als Steuersystem 590 kann das Steuersystem des in der vorstehenden Ausführungsform beschriebenen Steuersystems verwendet werden, wobei das Steuersystem 590 die in der vorstehenden Ausführungsform beschriebene Messschaltung aufweist. Bei dem Sekundärbatteriepack 531 kann mit-

tels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Zustand der Sekundärbatterie 513 geschätzt werden. Der Sekundärbatteriepack 531 weist eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen oder Entladebedingungen der Sekundärbatterie 513 aufgrund des mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geschätzten Zustands auf. Beispielsweise ist über der Leiterplatte 521 das Steuerungssystem 590 vorgesehen, wie in **Fig. 13B** gezeigt. Die Leiterplatte 521 ist elektrisch mit einem Anschluss 522 verbunden. Die Leiterplatte 521 ist ferner elektrisch mit der Antenne 517, dem einen 551 von dem Positivelektrodenanschluss und dem Negativelektrodenanschluss der Sekundärbatterie 513 sowie dem anderen 552 von dem Positivelektrodenanschluss und dem Negativelektrodenanschluss verbunden.

[0280] Alternativ können, wie in **Fig. 13C** gezeigt, ein über der Leiterplatte 521 angeordnetes Schaltungssystem 590a und ein über den Anschluss 522 elektrisch mit der Leiterplatte 521 verbundenes Schaltungssystem 590b vorgesehen sein. Beispielsweise werden ein Teil des Steuerungssystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und ein anderer Teil jeweils an dem Schaltungssystem 590a und dem Schaltungssystem 590b angebracht. Beispielsweise umfasst das Schaltungssystem 590a vorzugsweise die Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0281] Es sei angemerkt, dass die Form der Antenne 517 nicht auf eine Spulenform beschränkt ist und beispielsweise eine lineare Form oder eine Plattenform sein kann. Darüber hinaus kann eine Antenne, wie z. B. eine plane Antenne, eine Aperturantenne, eine Wanderwellenantenne, eine EH-Antenne, eine magnetische Feld-Antenne oder eine dielektrische Antenne, verwendet werden. Alternativ kann es sich bei der Antenne 517 um einen flachen Leiter handeln. Der flache Leiter kann als ein Leiter für elektrische Feldkopplung dienen. Das heißt, dass die Antenne 517 als einer von zwei Leitern eines Kondensators dienen kann. Elektrische Energie kann daher nicht nur durch ein elektromagnetisches Feld oder ein magnetisches Feld, sondern auch durch ein elektrisches Feld übertragen und empfangen werden.

[0282] Der Sekundärbatteriepack 531 weist eine Schicht 519 zwischen der Antenne 517 und der Sekundärbatterie 513 auf. Die Schicht 519 weist beispielsweise eine Funktion zum Blockieren eines von der Sekundärbatterie 513 bewirkten elektromagnetischen Feldes auf. Als Schicht 519 kann beispielsweise ein Magnetkörper verwendet werden.

[0283] Die Sekundärbatterie 513 wird durch Aufwickeln einer Folie einer Schichtanordnung erhalten, in der die Negativelektrode und die Positivelektrode

einander überlappen, zwischen denen der Separator liegt.

[0284] Nachstehend werden Beispiele für Sekundärbatterien mit verschiedenen Formen gezeigt.

<Weitere Sekundärbatterie und Herstellungsverfahren dafür 1>

[0285] **Fig. 14** zeigt ein Beispiel für eine Querschnittsansicht einer Schichtanordnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Schichtanordnung 550 in **Fig. 14** wird dadurch hergestellt, dass ein einziger Separator unter Faltung zwischen Positivelektroden und Negativelektroden angeordnet ist.

[0286] Bei der Schichtanordnung 550 ist der eine Separator 507 mehrmals gefaltet, damit er zwischen Positivelektrodenaktivmaterialschichten 502 und Negativelektrodenaktivmaterialschichten 505 liegt. Da in **Fig. 14** die sechs Positivelektroden 503 und die sechs Negativelektroden 506 übereinander angeordnet werden, wird der Separator 507 mindestens fünfmal gefaltet. Der Separator 507 wird nicht nur derart bereitgestellt, dass er zwischen den Positivelektrodenaktivmaterialschichten 502 und den Negativelektrodenaktivmaterialschichten 505 liegt, sondern auch kann sein Verlaufsabschnitt weiter gefaltet werden, um mittels eines Bands oder dergleichen die mehreren Positivelektroden 503 und Negativelektroden 506 zu bündeln.

[0287] Bei dem Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann nach der Positionierung der Positivelektrode 503 der Elektrolyt auf die Positivelektrode 503 getropft werden. In ähnlicher Weise kann nach der Positionierung der Negativelektrode 506 der Elektrolyt auf die Negativelektrode 506 getropft werden. Bei dem Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vor der Faltung des Separators oder nach dem Übereinanderlegen des gefalteten Separators 507 und der Negativelektrode 506 oder der Positivelektrode 503 der Elektrolyt auf den Separator 507 getropft werden. Indem der Elektrolyt auf die Negativelektrode 506 und/oder den Separator 507 und/oder die Positivelektrode 503 getropft wird, kann die Negativelektrode 506, der Separator 507 oder die Positivelektrode 503 mit dem Elektrolyten getränkt werden.

[0288] Eine Sekundärbatterie 970 in **Fig. 15A** weist innerhalb eines Gehäuses 971 eine Schichtanordnung 972 auf. Ein Anschluss 973b und ein Anschluss 974b sind elektrisch mit der Schichtanordnung 972 verbunden. Mindestens ein Teil des Anschlusses 973b und mindestens ein Teil des Anschlusses 974b liegen außerhalb des Gehäuses 971 frei.

[0289] Für die Schichtanordnung 972 kann eine Struktur verwendet werden, bei der eine Positivelektrode, eine Negativelektrode und ein Separator übereinander angeordnet sind. Alternativ kann für die Schichtanordnung 972 eine Struktur verwendet werden, bei der eine Positivelektrode, eine Negativelektrode und ein Separator aufgewickelt sind.

[0290] Als Schichtanordnung 972 kann beispielsweise die Schichtanordnung mit der Struktur in **Fig. 14** verwendet werden, bei welcher Struktur der Separator gefaltet ist.

[0291] Ein Beispiel für das Herstellungsverfahren der Schichtanordnung 972 wird anhand von **Fig. 15B** und **Fig. 15C** beschrieben.

[0292] Zuerst wird, wie in **Fig. 15B** gezeigt, ein bandförmiger Separator 976 auf eine Positivelektrode 975a gelegt, und dann wird eine Negativelektrode 977a auf die Positivelektrode 975a gelegt, zwischen denen der Separator 976 liegt. Anschließend wird der Separator 976 gefaltet, um diesen auf die Negativelektrode 977a zu legen. Als Nächstes wird, wie in **Fig. 15C** gezeigt, die Positivelektrode 975b auf die Negativelektrode 977a gelegt, zwischen denen der Separator 976 liegt. Wenn auf diese Weise unter Faltung des Separators die Positivelektroden und die Negativelektroden in Reihenfolge angeordnet werden, kann die Schichtanordnung 972 hergestellt werden. Eine Struktur mit der auf diese Weise hergestellten Schichtanordnung wird in einigen Fällen als „Zickzack-Struktur“ bezeichnet.

[0293] Als Nächstes wird ein Beispiel für das Herstellungsverfahren einer Sekundärbatterie 970 anhand von **Fig. 16A** bis **Fig. 16C** beschrieben.

[0294] Zuerst wird, wie in **Fig. 16A** gezeigt, eine Positivelektrodenanschlusselektrode 973a elektrisch mit einer Positivelektrode der Schichtanordnung 972 verbunden. Insbesondere weisen beispielsweise die Positivelektroden der Schichtanordnung 972 jeweils einen Etikettenbereich auf, und jeder Etikettenbereich und die Positivelektrodenanschlusselektrode 973a können durch Schweißen oder dergleichen elektrisch miteinander verbunden werden. Ferner wird eine Negativelektrodenanschlusselektrode 974a elektrisch mit einer Negativelektrode der Schichtanordnung 972 verbunden.

[0295] Innerhalb des Gehäuses 971 können eine oder mehrere Schichtanordnungen 972 angeordnet sind. **Fig. 16B** zeigt ein Beispiel für zwei bereitgestellte Schichtanordnungen 972.

[0296] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 16C** gezeigt, die bereitgestellten Schichtanordnungen 972 in dem Gehäuse 971 aufgenommen, der Anschluss 973b und der Anschluss 974b werden

angebracht, und dann wird das Gehäuse 971 abgedichtet. Ein Leiter 973c wird vorzugsweise elektrisch mit jeder Positivelektrodenanschlusselektrode 973a der mehreren Schichtanordnungen 972 verbunden. Ein Leiter 974c wird vorzugsweise elektrisch mit jeder Negativelektrodenanschlusselektrode 974a der mehreren Schichtanordnungen 972 verbunden. Der Anschluss 973b und der Anschluss 974b werden jeweils elektrisch mit dem Leiter 973c und dem Leiter 974c verbunden. Es sei angemerkt, dass der Leiter 973c einen leitfähigen Bereich und einen isolierenden Bereich aufweisen kann. Der Leiter 974c kann einen leitfähigen Bereich und einen isolierenden Bereich aufweisen.

[0297] Für das Gehäuse 971 kann ein Metallmaterial (z. B. Aluminium) verwendet werden. In dem Fall, dass für das Gehäuse 971 ein Metallmaterial verwendet wird, wird die Oberfläche vorzugsweise mit Harz oder dergleichen beschichtet. Für das Gehäuse 971 kann ferner ein Harzmaterial verwendet werden.

[0298] Das Gehäuse 971 ist vorzugsweise mit einem Sicherheitsventil, einem Überstromschutzelement oder dergleichen versehen. Bei einem Sicherheitsventil handelt es sich um ein Ventil, das bei einem vorbestimmten Innendruck des Gehäuses 971 Gas freisetzt, um die Explosion einer Batterie zu verhindern.

<Weitere Sekundärbatterie und Herstellungsverfahren dafür >

[0299] **Fig. 17C** zeigt ein Beispiel für eine Querschnittsansicht einer Sekundärbatterie einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine Sekundärbatterie 560 in **Fig. 17C** wird unter Verwendung einer Schichtanordnung 130 in **Fig. 17A** und einer Schichtanordnung 131 in **Fig. 17B** hergestellt. Es sei angemerkt, dass zur Verdeutlichung der Zeichnung auszugsweise die Schichtanordnung 130, die Schichtanordnung 131 und der Separator 507 in **Fig. 17C** gezeigt sind.

[0300] Bei der Schichtanordnung 130 sind, wie in **Fig. 17A** gezeigt, die Positivelektrode 503 mit den Positivelektrodenaktivmaterialschichten an den beiden Seiten des Positivelektrodenstromkollektors, der Separator 507, die Negativelektrode 506 mit den Negativelektrodenaktivmaterialschichten an den beiden Seiten des Negativelektrodenstromkollektors, der Separator 507 und die Positivelektrode 503 mit den Positivelektrodenaktivmaterialschichten an den beiden Seiten des Positivelektrodenstromkollektors in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet.

[0301] Bei der Schichtanordnung 131 sind, wie in **Fig. 17B** gezeigt, die Negativelektrode 506 mit den Negativelektrodenaktivmaterialschichten an den bei-

den Seiten des Negativelektrodenstromkollektors, der Separator 507, die Positivelektrode 503 mit den Positivelektrodenaktivmaterialschichten an den beiden Seiten des Positivelektrodenstromkollektors, der Separator 507 und die Negativelektrode 506 mit den Negativelektrodenaktivmaterialschichten an den beiden Seiten des Negativelektrodenstromkollektors in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet.

[0302] Das Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auf die Herstellung der Schichtanordnung angewandt werden. Insbesondere wird bei Übereinanderanordnung der Negativelektrode 506, des Separators 507 und der Positivelektrode 503 zur Herstellung der Schichtanordnung der Elektrolyt auf die Negativelektrode 506 und/oder den Separator 507 und/oder die Positivelektrode 503 getropft. Mit mehreren Tropfen des Elektrolyten kann die Negativelektrode 506, der Separator 507 oder die Positivelektrode 503 mit dem Elektrolyten getränkt werden.

[0303] Wie in **Fig. 17C** gezeigt, sind die mehreren Schichtanordnungen 130 und die mehreren Schichtanordnungen 131 mit dem aufgewickelten Separator 507 bedeckt.

[0304] Bei dem Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann nach der Positionierung der Schichtanordnung 130 der Elektrolyt auf die Schichtanordnung 130 getropft werden. In ähnlicher Weise kann nach der Positionierung der Schichtanordnung 131 der Elektrolyt auf die Schichtanordnung 131 getropft werden. Alternativ kann vor der Faltung des Separators 507 oder nach dem Übereinanderlegen des gefalteten Separators 507 und der Schichtanordnungen der Elektrolyt auf den Separator 507 getropft werden. Mit mehreren Tropfen des Elektrolyten kann die Schichtanordnung 130, die Schichtanordnung 131 oder der Separator 507 mit dem Elektrolyten getränkt werden.

<Weitere Sekundärbatterie und Herstellungsverfahren dafür 3>

[0305] Eine Sekundärbatterie einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand von **Fig. 18A** bis **Fig. 19C** beschrieben. Die hier gezeigte Sekundärbatterie kann beispielsweise als gewickelte Sekundärbatterie bezeichnet werden.

[0306] Die Sekundärbatterie 913 in **Fig. 18A** umfasst ein gewickeltes Teil 950, das mit einem Anschluss 951 und einem Anschluss 952 versehen und in einem Gehäuse 930 bereitgestellt ist. Das gewickelte Teil 950 wird in einen Elektrolyten innerhalb des Gehäuses 930 eingetaucht. Der Anschluss 952 ist in Kontakt mit dem Gehäuse 930, während der Anschluss 951 aufgrund der Verwendung eines

Isoliermaterials oder dergleichen nicht in Kontakt mit dem Gehäuse 930 ist. Es sei angemerkt, dass **Fig. 18A** das der Einfachheit halber in Teile geteilte Gehäuse 930 darstellt; in der Tat ist jedoch das gewickelte Teil 950 mit dem Gehäuse 930 bedeckt, und der Anschluss 951 und der Anschluss 952 erstrecken sich nach außen des Gehäuses 930. Für das Gehäuse 930 kann ein Metallmaterial (z. B. Aluminium) oder ein Harzmaterial verwendet werden.

[0307] Es sei angemerkt, dass, wie in **Fig. 18B** gezeigt, das Gehäuse 930 in **Fig. 18A** unter Verwendung mehrerer Materialien ausgebildet sein kann. Bei der Sekundärbatterie 913 in **Fig. 18B** sind beispielsweise ein Gehäuse 930a und ein Gehäuse 930b aneinander befestigt, und das gewickelte Teil 950 ist in einem von dem Gehäuse 930a und dem Gehäuse 930b umschlossenen Bereich angeordnet.

[0308] Für das Gehäuse 930a kann ein Isoliermaterial, wie z. B. ein organisches Harz, verwendet werden. Wenn insbesondere ein Material, wie z. B. ein organisches Harz, für eine Seite verwendet wird, auf der eine Antenne ausgebildet ist, kann eine Blockierung eines elektrischen Feldes von der Sekundärbatterie 913 verhindert werden. Wenn von dem Gehäuse 930a ein elektrisches Feld nur unwesentlich blockiert wird, kann eine Antenne innerhalb des Gehäuses 930a angeordnet werden. Für das Gehäuse 930b kann beispielsweise ein Metallmaterial verwendet werden.

[0309] Ferner zeigt **Fig. 18C** eine Struktur des gewickelten Teils 950. Das gewickelte Teil 950 weist eine Negativelektrode 931, eine Positivelektrode 932 und einen Separator 933 auf. Das gewickelte Teil 950 wird durch Aufwickeln einer Folie einer Schichtanordnung erhalten, in der die Negativelektrode 931 und die Positivelektrode 932 einander überlappen, zwischen denen der Separator 933 liegt. Es sei angemerkt, dass mehrere jeweils die Negativelektrode 931, die Positivelektrode 932 und den Separator 933 umfassende Schichtanordnungen überlagert werden können.

[0310] Bei dem Herstellungsverfahren der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird bei Übereinanderanordnung der Negativelektrode 931, des Separators 933 und der Positivelektrode 932 der Elektrolyt auf die Negativelektrode 931 und/oder den Separator 933 und/oder die Positivelektrode 932 getropft. Mit anderen Worten: Der Elektrolyt wird vorzugsweise vor dem Aufwickeln der Folie der Schichtanordnung getropft. Mit mehreren Tropfen des Elektrolyten kann die Negativelektrode 931, der Separator 933 oder die Positivelektrode 932 mit dem Elektrolyten getränkt werden.

[0311] Zusätzlich kann, wie in **Fig. 19** gezeigt, die Sekundärbatterie 913 ein gewickeltes Teil 950a auf-

weisen. Das gewickelte Teil 950a in **Fig. 19A** weist die Negativelektrode 931, die Positivelektrode 932 und den Separator 933 auf. Die Negativelektrode 931 weist eine Negativelektrodenaktivmaterialschicht 931a auf. Die Positivelektrode 932 weist eine Positivelektrodenaktivmaterialschicht 932a auf.

[0312] Der Separator 933 weist eine größere Breite als die Negativelektrodenaktivmaterialschicht 931 a und die Positivelektrodenaktivmaterialschicht 932a auf und ist derart gewickelt, dass er sich mit der Negativelektrodenaktivmaterialschicht 931 a und der Positivelektrodenaktivmaterialschicht 932a überlappt. Im Hinblick auf die Sicherheit ist die Breite der Negativelektrodenaktivmaterialschicht 931a vorzugsweise größer als diejenige der Positivelektrodenaktivmaterialschicht 932a. Das gewickelte Teil 950a mit einer derartigen Form ist aufgrund seiner hohen Sicherheit und Produktivität bevorzugt.

[0313] Wie in **Fig. 19B** gezeigt, ist die Negativelektrode 931 elektrisch mit dem Anschluss 951 verbunden. Der Anschluss 951 ist elektrisch mit einem Anschluss 911a verbunden. Die Positivelektrode 932 ist elektrisch mit dem Anschluss 952 verbunden. Der Anschluss 952 ist elektrisch mit einem Anschluss 911b verbunden.

[0314] Wie in **Fig. 19C** gezeigt, sind das gewickelte Teil 950a und der Elektrolyt mit dem Gehäuse 930 bedeckt, um die Sekundärbatterie 913 zu bilden. Das Gehäuse 930 ist vorzugsweise mit einem Sicherheitsventil, einem Überstromschutzelement und dergleichen versehen. Das Sicherheitsventil wird nur beim Überschreiten eines vorbestimmten Innendrucks des Gehäuses 930 vorübergehend geöffnet, um die Explosion einer Batterie zu verhindern.

[0315] Wie in **Fig. 19B** gezeigt, kann die Sekundärbatterie 913 mehrere gewickelte Teile 950a aufweisen. Die Verwendung der mehreren gewickelten Teilen 950a ermöglicht, dass die Sekundärbatterie 913 eine höhere Lade- und Entladekapazität aufweist.

[0316] Diese Ausführungsform kann je nach Bedarf mit der anderen Ausführungsform kombiniert werden.

(Ausführungsform 4)

[0317] In dieser Ausführungsform werden Beispiele für Strukturen, auf die das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewandt werden kann, anhand von **Fig. 20A** bis **Fig. 29C** beschrieben.

<Fahrzeug>

[0318] Zuerst wird ein Beispiel gezeigt, in dem das Energiespeichersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf ein Elektrofahrzeug (EV) angewandt wird.

[0319] **Fig. 20C** ist ein Blockdiagramm eines Fahrzeugs mit einem Motor. Das Elektrofahrzeug ist mit einer ersten Batterie 1301a und einer ersten Batterie 1301b als Sekundärbatterien für Hauptantrieb und einer einem Inverter 1312 zum Starten eines Motors 1304 elektrische Energie zuführenden zweiten Batterie 1311 versehen. Die zweite Batterie 1311 wird auch als Starthilfebatterie oder Starterbatterie bezeichnet. Die zweite Batterie 1311 muss insbesondere nur eine hohe Ausgabeleistung aufweisen und muss nicht unbedingt eine hohe Kapazität aufweisen, und die Kapazität der zweiten Batterie 1311 ist vergleichsweise niedriger als diejenige der ersten Batterien 1301a und 1301b.

[0320] Beispielsweise kann für die erste Batterie 1301 a und/oder die erste Batterie 1301b die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0321] Obwohl diese Ausführungsform ein Beispiel zeigt, bei dem die erste Batterie 1301a und die erste Batterie 1301b parallel zueinander geschaltet sind, können drei oder mehr Batterien parallel zueinander geschaltet werden. In dem Fall, dass die erste Batterie 1301a ausreichende elektrische Energie speichern kann, kann die erste Batterie 1301b weggelassen werden. Durch Bildung eines Batteriepacks mit 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.

[0322] Eine im Fahrzeug eingebaute Sekundärbatterie weist einen Servicestecker oder einen Leistungsschalter auf, der eine Hochspannung ohne Verwendung eines Werkzeugs abschalten kann, um elektrische Energie aus mehreren Sekundärbatterien abzuschalten, wobei ein derartiger Servicestecker oder Leistungsschalter an der ersten Batterie 1301a angeordnet.

[0323] Die elektrische Energie aus der ersten Batterie 1301a und der ersten Batterie 1301b wird hauptsächlich zum Antreiben des Motors 1304 verwendet; jedoch wird sie auch über eine Gleichstromschaltung 1306 im Fahrzeug eingebauten 42-V-(Hochspannungs-) Komponenten (wie z. B. einer elektrischen Servolenkung 1307, einer Heizung 1308 und einer

Scheibenheizung 1309) zugeführt. In dem Fall, dass ein Heckmotor 1317 für die Hinterräder vorgesehen ist, wird in ähnlicher Weise die erste Batterie 1301a zum Antreiben des Heckmotors 1317 verwendet.

[0324] Die zweite Batterie 1311 führt über eine Gleichstromschaltung 1310 im Fahrzeug eingebauten 14-V- (Niederspannungs-) Komponenten (wie z. B. einer Audioanlage 1313, elektrischen Fensterhebern 1314 und Lampen 1315) elektrische Energie zu.

[0325] Die erste Batterie 1301a wird anhand von **Fig. 20A** beschrieben.

[0326] **Fig. 20A** zeigt ein Beispiel für einen großen Batteriepack 1415. Eine Elektrode des Batteriepacks 1415 ist über eine Leitung 1421 elektrisch mit einem Steuersystem 1320 verbunden. Die andere Elektrode ist über eine Leitung 1422 elektrisch mit einem Steuersystem 1320 verbunden. Es sei angemerkt, dass der Batteriepack eine Struktur aufweisen kann, bei der mehrere Sekundärbatterien in Reihe geschaltet sind.

[0327] Als Steuersystem 1320 kann das in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Steuersystem verwendet werden. Das Steuersystem 1320 weist die in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Messschaltung auf. Bei dem Batteriepack 1415 in **Fig. 20A** kann mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Zustand der ersten Batterie 1301a geschätzt werden. Der Batteriepack 1415 weist ferner eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen oder Entladebedingungen der ersten Batterie 1301a aufgrund des mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geschätzten Zustands auf. Bei der zweiten Batterie 1311 kann in ähnlicher Weise aufgrund des mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geschätzten Zustands gesteuert werden.

[0328] Die ersten Batterien 1301a und 1301b führen hauptsächlich im Fahrzeug eingebauten 42-V- (Hochspannungs-) Komponenten elektrische Energie zu und die zweite Batterie 1311 führt im Fahrzeug eingebauten 14-V- (Niederspannungs-) Komponenten elektrische Energie zu. Als zweite Batterie 1311 wird in vielen Fällen ein kostengünstiger Blei-Akkumulator eingesetzt. Ein Blei-Akkumulator weist im Vergleich mit einer Lithium-Ionen-Batterie eine hohe Selbstentladung auf und hat einen Nachteil, dass sie sich aufgrund eines als Sulfatierung bezeichneten Phänomens leicht verschlechtert. Die Verwendung einer Lithium-Ionen-Batterie als zweite Batterie 1311 hat einen Vorteil der Wartungsfreiheit; wenn jedoch die Batterie für eine lange Zeit, beispielsweise drei Jahre oder mehr, verwendet wird, könnte eine bei der Herstellung schwierig bestimmbare Anomalie

auftreten. Wenn insbesondere die zweite Batterie 1311 zum Starten des Inverters betriebsunfähig ist, kann der Motor nicht gestartet werden, selbst wenn eine Kapazität noch in den ersten Batterien 1301a und 1301b verbleibt, und um dies zu verhindern, wird in dem Fall, dass ein Blei-Akkumulator als zweite Batterie 1311 verwendet wird, die zweiten Batterie mit elektrischer Energie von den ersten Batterien versorgt und geladen, um ständig einen vollen Ladezustand aufrechtzuerhalten.

[0329] In dieser Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei dem Lithium-Ionen-Batterien 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. Die Verwendung einer Festkörperbatterie als zweite Batterie 1311 ermöglicht eine erhöhte Kapazität, eine Verkleinerung und eine Erleichterung.

[0330] 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 das Steuersystem 1320 in der ersten Batterie 1301a gespeichert. Alternativ wird die regenerative Energie von der Batteriesteuerung 1302 über das Steuersystem 1320 in der ersten Batterie 1301b gespeichert. Zur effizienten Ladung mit regenerativer Energie sind die ersten Batterien 1301a und 1301b vorzugsweise zur Schnellladung geeignet.

[0331] 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.

[0332] Obwohl nicht dargestellt, wird bei der Verbindung mit einem externen Ladegerät 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 das Steuersystem 1320 geladen. Ferner kann ein Anschlusskabel oder ein Verbindungskabel eines

Ladegeräts mit einer Steuerschaltung versehen sein. Das Steuersystem 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 Kommunikationsstandards/Datenübertragungsstandards und wird als im Fahrzeug eingebautes LAN verwendet. Die ECU umfasst einen Mikrocomputer. Die ECU verwendet ferner eine CPU oder eine GPU.

[0333] An Ladestationen installierte externe Ladegeräte weisen beispielsweise eine 100 V-Steckdose, eine 200 V-Steckdose oder eine dreiphasige 200 V-Steckdose mit 50 kW auf. Des Weiteren kann die Ladung mit elektrischer Energie durchgeführt werden, die von einer externen Ladeeinrichtung durch ein kontaktloses Energieversorgungsverfahren oder dergleichen zugeführt wird.

[0334] Fig. 20B zeigt ein Beispiel für das Steuersystem 1320. Das Steuersystem 1320 in Fig. 20B weist einen Schalterabschnitt 1324 mit mindestens einem Schalter zur Verhinderung der Überladung und einem Schalter zur Verhinderung der Überentladung, eine Steuerschaltung 1322 zur Steuerung des Schalterabschnitts 1324 und einen Abschnitt zur Messung der Spannung der ersten Batterie 1301a auf. Das Steuersystem 1320 stellt eine obere Grenzspannung und eine untere Grenzspannung der verwendeten Sekundärbatterie ein und legt die obere Grenze eines Stroms von außen, die obere Grenze eines Ausgangsstroms nach außen oder dergleichen fest. Ein Bereich von der unteren Grenzspannung zu der oberen Grenzspannung der Sekundärbatterie liegt innerhalb des empfohlenen Spannungsbereichs, wobei bei einer außerhalb dieses Bereichs liegenden Spannung der Schalterabschnitt 1324 aktiviert wird, wodurch er als Schutzschaltung dient. Das Steuersystem 1320 kann auch als Schutzschaltung bezeichnet werden, da es den Schalterabschnitt 1324 steuert, um die Überentladung und/oder Überladung zu verhindern. Wenn beispielsweise die Steuerschaltung 1322 eine Spannung erfasst, die zur Überladung führen könnte, wird der Stromfluss unterbrochen, indem der Schalter in dem Schalterabschnitt 1324 ausgeschaltet wird. Des Weiteren kann eine Funktion zur Unterbrechung des Stromflusses infolge eines Temperaturanstiegs bereitgestellt werden, indem ein PTC-Element im Lade- und Entladepfad bereitgestellt wird. Das Steuersystem 1320 weist einen externen Anschluss 1325 (+IN) und einen externen Anschluss 1326 (-IN) auf.

[0335] Als Nächstes werden Beispiele beschrieben, bei denen die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an einem Fahrzeug, typischerweise an einem Transportfahrzeug, montiert wird.

[0336] Die Verwendung von Sekundärbatterien einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Fahrzeugen ermöglicht die Herstellung von Saubere-Energie-Fahrzeugen der nächsten Generationen, wie z. B. Hybridfahrzeugen (hybrid vehicle, HV), Elektrofahrzeugen (electric vehicle, EV) oder Plug-in-Hybridfahrzeugen (plug-in hybrid vehicle, PHV). Die Sekundärbatterie kann auch auf 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. Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann eine große Sekundärbatterie erhalten werden. Daher kann die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Transportfahrzeugen in geeignetem Maße verwendet werden.

[0337] Fig. 21A bis Fig. 21E zeigen Transportfahrzeuge, in denen die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Ein Automobil 2001 in Fig. 21A ist ein mit der Energie eines Elektromotors laufendes Elektrofahrzeug. Alternativ ist das Automobil 2001 ein wahlweise mit einem Elektromotor oder einem Verbrennungsmotor betreibbares Hybridfahrzeug. In dem Fall, dass das Fahrzeug mit der Sekundärbatterie ausgestattet wird, wird die Sekundärbatterie an einer oder mehreren Stellen angeordnet. Das Fahrzeug in Fig. 21A weist den Batteriepack 1415 in Fig. 20A auf. Der Batteriepack 1415 umfasst ein Sekundärbatteriemodul. Der Batteriepack 1415 weist ferner ein elektrisch mit dem Sekundärbatteriemodul verbundenes Steuersystem auf. Als dieses Steuersystem kann ein Steuersystem mit der in der vorherigen Ausführungsform beschriebenen Messschaltung verwendet werden. Das Sekundärbatteriemodul umfasst eine oder mehrere Sekundärbatterien.

[0338] Des Weiteren kann das Automobil 2001 geladen werden, indem die Sekundärbatterie des Automobils 2001 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 Verbindungselements 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 Sekun-

därbatterie geladen werden, mit der das Automobil 2001 ausgestattet 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.

[0339] Obwohl nicht dargestellt, kann ein Energieempfangsgerät auf dem Fahrzeug montiert werden, so dass es mit elektrischer Energie von einem oberirdischen Energieübertragungsgerät auf kontaktlose Weise versorgt und geladen werden kann. In dem Fall 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 eine Solarzelle an der Außenseite des Fahrzeugs bereitgestellt sein, um beim Halten oder Fahren die Sekundärbatterie zu laden. Für eine derartige kontaktlose Stromversorgung kann ein elektromagnetisches Induktionsverfahren oder ein magnetisches Resonanzverfahren verwendet werden.

[0340] Fig. 21B stellt einen großen Transporter 2002 mit einem mit Elektrizität gesteuerten Motor als Beispiel für ein Transportfahrzeug dar. Ein Sekundärbatteriemodul des Transporters 2002 weist beispielsweise 48 in Reihe geschaltete Zellen auf, 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 2201 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.

[0341] Fig. 21C stellt beispielhaft ein großes Transportfahrzeug 2003 mit einem mit Elektrizität gesteuerten Motor dar. Ein Sekundärbatteriemodul des Transportfahrzeugs 2003 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 eine Herstellung einer Sekundärbatterie mit stabilen Batterieeigenschaften und eine Massenproduktion mit geringen Kosten im Hinblick auf den Umsatz bzw. Gewinn oder Ertrag. Des Weiteren weist ein Batteriepack 2202 die gleiche Funktion wie derjenige in Fig. 21A auf, mit Ausnahme der Anzahl von das Sekundärbat-

teriemodul bildenden Sekundärbatterien und dergleichen; daher wird die Beschreibung weggelassen.

[0342] Fig. 21D stellt beispielhaft ein Flugzeug 2004 mit einem Verbrennungsmotor dar. Das Flugzeug 2004 in Fig. 21D kann als eine Art des Transportfahrzeugs angesehen werden, da es Räder zu dem Abflug und der Landung aufweist, und weist einen Ladesteuervorrichtung und ein von mehreren miteinander verbundenen Sekundärbatterien gebildetes Sekundärbatteriemodul umfassendes Batteriepack 2203 auf.

[0343] Das Sekundärbatteriemodul des Flugzeugs 2004 weist beispielsweise acht in Reihe geschaltete Sekundärbatterien mit einer Spannung von 4 V auf, wobei die maximale Spannung 32 V beträgt. Der Batteriepack 2203 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.

[0344] Fig. 21E stellt beispielhaft ein Transportfahrzeug 2005 zum Gütertransport dar. Das Transportfahrzeug 2005 weist einen mit Elektrizität gesteuerten Motor auf und wird mit elektrischer Energie von das Sekundärbatteriemodul eines Batteriepacks 2204 bildenden Sekundärbatterien versorgt, um verschiedene Arbeiten vorzunehmen. Es ist nicht darauf beschränkt, dass das Transportfahrzeug 2005 von einer Person als Fahrer bestiegen und gelenkt wird, sondern kann das Transportfahrzeug 2005 per CAN-Kommunikation unbemannt gelenkt werden. Fig. 21E zeigt einen Gabelstapler, auf den aber nicht besonders beschränkt ist, ferner kann eine per CAN-Kommunikation und dergleichen lenkbare Industriemaschine, wie z. B. eine automatische Transportmaschine, ein Arbeitsroboter oder eine kleine Baumaschine mit dem Batteriepack mit den Sekundärbatterien einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden.

[0345] Fig. 22A zeigt ein Beispiel für ein die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendendes elektrisches Fahrrad. Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auf das elektrische Fahrrad 2100 in Fig. 22A angewandt werden. Eine Energiespeichervorrichtung 2102 in Fig. 22B umfasst beispielsweise mehrere Sekundärbatterien und ein Steuersystem. Als dieses Steuersystem kann das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0346] Das elektrische Fahrrad 2100 weist die Energiespeichervorrichtung 2102 auf. Die Energiespeichervorrichtung 2102 kann einen einen Fahrer unterstützenden Motor mit elektrischer Energie versorgen. Ferner ist die Energiespeichervorrichtung 2102 trag-

bar, und **Fig. 22B** zeigt einen Zustand, in dem die Energiespeichervorrichtung 2102 von dem Fahrrad abmontiert ist. Die Energiespeichervorrichtung 2102 weist ferner mehrere darin eingebaute Sekundärbatterien 2101 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf, deren verbleibenden Akkustand und dergleichen ein Anzeigeabschnitt 2103 anzeigen kann. Die Energiespeichervorrichtung 2102 umfasst ferner ein Steuersystem 2104, das den Zustand der als ein Beispiel in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung genannten Sekundärbatterie schätzen und steuern kann. Das Steuersystem 2104 weist vorzugsweise die in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Messschaltung auf. Das Steuersystem 2104 ist elektrisch mit einer Positivelektrode und einer Negativelektrode jeder Sekundärbatterie 2101 verbunden. Alternativ kann das Steuersystem 2104 mit einer kleinen Festkörpersekundärbatterie versehen sein. Wenn die kleine Festkörpersekundärbatterie an dem Steuersystem 2104 bereitgestellt wird, kann elektrische Energie zugeführt werden, um Daten in einer Speicherschaltung des Steuersystems 2104 lange Zeit zu halten. Wenn das Steuersystem 2104 mit einer Sekundärbatterie kombiniert wird, für deren Positivelektrode das Positivelektrodenaktivmaterial einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet ist, kann eine Synergie bezüglich der Sicherheit erhalten werden. Die Sekundärbatterie, für deren Positivelektrode das Positivelektrodenaktivmaterial einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet ist, und das Steuersystem 2104 können zur Beseitigung von durch Sekundärbatterien verursachten Unfällen, wie z. B. Brände, erheblich beitragen.

[0347] **Fig. 22C** zeigt ein Beispiel für ein die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendendes Motorrad. Ein Motorroller 2300 in **Fig. 22C** weist eine Energiespeichervorrichtung 2302, Seitenspiegel 2301 und Blinker 2303 auf. Die Energiespeichervorrichtung 2302 kann die Blinker 2303 mit Elektrizität versorgen. Die Energiespeichervorrichtung 2302 mit mehreren darin aufgenommenen Sekundärbatterien, für deren Positivelektroden das Positivelektrodenaktivmaterial einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet ist, kann eine hohe Kapazität aufweisen und zur Verkleinerung beitragen. Um die Sicherheit zu erhöhen, ist das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise elektrisch mit den Sekundärbatterien verbunden.

[0348] Bei dem Motorroller 2300 in **Fig. 22C** kann ferner die Energiespeichervorrichtung 2302 in einem Stauraum unter dem Sitz 2304 untergebracht werden. Die Energiespeichervorrichtung 2302 kann sogar in dem kleinen Stauraum unter dem Sitz 2304 untergebracht werden.

<Gebäude>

[0349] Als Nächstes wird anhand von **Fig. 23** ein Beispiel beschrieben, in dem die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an einem Gebäude montiert wird.

[0350] Ein Wohnhaus in **Fig. 23A** weist eine Energiespeichervorrichtung 2612 mit einer Sekundärbatterie und ein Solarpanel 2610 auf. Die Energiespeichervorrichtung 2612 ist über eine Leitung 2611 oder dergleichen elektrisch mit dem Solarpanel 2610 verbunden. Die Energiespeichervorrichtung 2612 kann elektrisch mit einem stationären Ladegerät 2604 verbunden sein. Die Energiespeichervorrichtung 2612 kann mit von dem Solarpanel 2610 gewonnener elektrischer Energie geladen werden. Eine in einem Fahrzeug 2603 enthaltene Sekundärbatterie kann über das Ladegerät 2604 mit in der Energiespeichervorrichtung 2612 gespeicherter elektrischer Energie geladen werden. Die Energiespeichervorrichtung 2612 wird vorzugsweise im Fußbodenbereich (unterhalb des Fußbodens) installiert. Durch Installation im Fußbodenbereich kann der Raum über dem Fußboden effektiv genutzt werden. Alternativ kann die Energiespeichervorrichtung 2612 auf dem Fußboden bereitgestellt werden.

[0351] 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.

[0352] **Fig. 23B** zeigt ein Beispiel für eine Energiespeichervorrichtung 1700 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in **Fig. 23B** gezeigt, ist in einem Fußbodenbereich 1796 eines Gebäudes 1799 ein großer Akkumulator 1791 angeordnet, für den die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet ist. Der Akkumulator 1791 ist vorzugsweise elektrisch mit der in der vorherigen Ausführungsform beschriebenen Messschaltung verbunden. Die Energiespeichervorrichtung 1700 weist eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen oder Entladebedingungen des Akkumulators 1791 aufgrund eines mittels der Messschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geschätzten Zustands des Akkumulators 1791 auf.

[0353] Der Akkumulator 1791 ist mit einer Steuervorrichtung 1790 versehen, die über Leitungen elektrisch mit einer Verteilertafel 1703, einer Energiespeichersteuerung (auch als Steuervorrichtung

bezeichnet) 1705, einem Indikator 1706 und einem Router 1709 verbunden.

[0354] Elektrische Energie wird von einer gewerblichen Stromquelle 1701 über einen Betriebskabel-Montageabschnitt 1710 auf die Verteilertafel 1703 übertragen. Außerdem wird elektrische Energie von dem Akkumulator 1791 und der gewerblichen Stromquelle 1701 auf die Verteilertafel 1703 übertragen, und die Verteilertafel 1703 führt einer allgemeinen Last 1707 und einer Energiespeicherlast 1708 die übertragene elektrische Energie über Steckdosen (nicht dargestellt) zu.

[0355] Die allgemeine Last 1707 ist beispielsweise ein elektrisches Gerät, wie z. B. ein Fernseher oder ein Personal-Computer, und die Energiespeicherlast 1708 ist beispielsweise ein elektrisches Gerät, wie z. B. eine Mikrowelle, ein Kühlschrank oder eine Klimaanlage.

[0356] Die Energiespeichersteuerung 1705 weist einen Messabschnitt 1711, einen Vorhersageabschnitt 1712 und einen Planungsabschnitt 1713 auf. Der Messabschnitt 1711 weist eine Funktion zur Messung der Menge an von der allgemeinen Last 1707 und der Energiespeicherlast 1708 während eines Tages (z. B. von 0 Uhr bis 24 Uhr) verbrauchter elektrischer Energie auf. Der Messabschnitt 1711 kann auch eine Funktion zur Messung der Menge an elektrischer Energie des Akkumulators 1791 und der Menge an von der gewerblichen Stromquelle 1701 zugeführter elektrischer Energie aufweisen. Der Vorhersageabschnitt 1712 weist eine Funktion zur Vorhersage der Nachfrage nach von der allgemeinen Last 1707 und der Energiespeicherlast 1708 während des nächsten Tages verbrauchter elektrischer Energie aufgrund der Menge an von der allgemeinen Last 1707 und der Energiespeicherlast 1708 während eines bestimmten Tages verbrauchter elektrischer Energie auf. Der Planungsabschnitt 1713 weist eine Funktion zur Erstellung eines Lade- und Entladeplans des Akkumulators 1791 aufgrund der Nachfrage nach von dem Vorhersageabschnitt 1712 vorhergesagter elektrischer Energie auf.

[0357] Der Indikator 1706 kann die Menge an elektrischer Energie zeigen, die von der allgemeinen Last 1707 und der Energiespeicherlast 1708 verbraucht wird und durch den Messabschnitt 1711 gemessen wird. Über den Router 1709 kann sie auch mit einem elektrischen Gerät, wie z. B. einem Fernseher oder einem Personal-Computer, überprüft werden. Über den Router 1709 kann sie ferner auch mit einem tragbaren elektronischen Endgerät, wie z. B. einem Smartphone oder einem Tablet, überprüft werden. Der Indikator 1706, das elektrische Gerät und das tragbare elektronische Endgerät können auch beispielsweise die Nachfrage nach von dem Vorhersageabschnitt 1712 vorhergesagter elektrischer

Energie in Abhängigkeit von einem Zeitraum (oder pro Stunde) zeigen.

<Elektronisches Gerät>

[0358] Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise für ein elektronisches Gerät und/oder eine Beleuchtungsvorrichtung verwendet werden. Als elektronisches Gerät kann beispielsweise ein tragbares Informationsendgerät, wie z. B. ein Mobiltelefon, ein Smartphone oder ein Laptop-Computer, eine tragbare Spielekonsole, ein tragbares Musikabspielgerät, eine Digitalkamera, Digitalvideokamera oder dergleichen angegeben.

[0359] Ein Personal-Computer 2800 in **Fig. 24A** weist ein Gehäuse 2801, ein Gehäuse 2802, einen Anzeigeabschnitt 2803, eine Tastatur 2804, eine Zeigevorrichtung 2805 und dergleichen auf. Innerhalb des Gehäuses 2801 und des Gehäuses 2802 sind jeweils eine Sekundärbatterie 2807 und eine Sekundärbatterie 2806 vorgesehen. Um die Sicherheit zu erhöhen, ist das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie 2807 verbunden. Die Verwendung des Steuersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Dichte der verwendbaren Energie der Sekundärbatterie 2807 erhöhen. Die Verwendung des Steuersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Lebensdauer der Sekundärbatterie verlängern. Dieses Steuersystem weist die in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Messschaltung auf. Für den Anzeigeabschnitt 2803 ist ein Touchscreen verwendet. Bei dem Personal-Computer 2800 können, wie in **Fig. 24B** gezeigt, das Gehäuse 2801 und das Gehäuse 2802 voneinander getrennt werden, wobei das Gehäuse 2802 selbstständig als Tablet-Computer zum Einsatz kommen kann.

[0360] Eine große Sekundärbatterie, als welche die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendbar ist, kann als Sekundärbatterie 2806 und/oder Sekundärbatterie 2807 verwendet werden. Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann sich mit einer geänderten Form eines Außenteils ihre Form beliebig verändern. Wenn die Formen der Sekundärbatterien 2806 und 2807 beispielsweise jeweils an die Formen der Gehäuse 2801 und 2802 angepasst werden, kann die Kapazität der Sekundärbatterie erhöht werden, und die Betriebsdauer des Personal-Computers 2800 kann damit verlängert werden. Ferner kann der Personal-Computer 2800 erleichtert werden.

[0361] Für den Anzeigeabschnitt 2803 des Gehäuses 2802 ist eine flexible Anzeige verwendet. Als Sekundärbatterie 2806 ist eine große Sekundärbat-

terie verwendet, als welche die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendbar ist. Wenn ein flexibler Film für einen Außenteil der großen Sekundärbatterie verwendet wird, für die die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendbar ist, kann eine biegbare Sekundärbatterie erhalten werden. Daher kann, wie in **Fig. 24C** gezeigt, das Gehäuse 2802 gebogen zum Einsatz kommen. Dabei kann, wie in **Fig. 24C** gezeigt, ein Teil des Anzeigeabschnitts 2803 als Tastatur verwendet werden.

[0362] Wie in **Fig. 24D** gezeigt, kann das Gehäuse 2802 mit dem sich auf der Innenseite befindenden Anzeigeabschnitt 2803 gefaltet werden, und alternativ kann, wie in **Fig. 24E** gezeigt, das Gehäuse 2802 mit dem sich auf der Außenseite befindenden Anzeigeabschnitt 2803 gefaltet werden.

[0363] Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als biegbare Sekundärbatterie verwendet werden und an ein elektronisches Gerät montiert werden. Diese Sekundärbatterie kann auch entlang einer gekrümmten Oberfläche einer Innen- oder Außenwand eines Hauses oder eines Hochhauses oder entlang einer gekrümmten Innen- oder Außenseite eines Autos eingebaut sein.

[0364] **Fig. 25A** zeigt ein Beispiel für ein Mobiltelefon. Ein Mobiltelefon 7400 ist mit einem in einem Gehäuse 7401 eingebauten Anzeigeabschnitt 7402, Bedienknöpfen 7403, einem externen Verbindungsanschluss 7404, einem Lautsprecher 7405, einem Mikrofon 7406 und dergleichen versehen. Es sei angemerkt, dass das Mobiltelefon 7400 eine Sekundärbatterie 7407 aufweist. Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als die Sekundärbatterie 7407 verwendet wird, kann ein leichtes Mobiltelefon mit langer Lebensdauer bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, ist das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie 7407 verbunden. Die Verwendung des Steuersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die verwendbare Energiedichte der Sekundärbatterie 7407 erhöhen. Die Verwendung des Steuersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Lebensdauer der Sekundärbatterie verlängern. Dieses Steuersystem weist die in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Messschaltung auf.

[0365] **Fig. 25B** zeigt das gebogene Mobiltelefon 7400. Wenn das ganze Mobiltelefon 7400 durch die äußere Kraft gebogen wird, wird die in dem Mobiltelefon 7400 enthaltene Sekundärbatterie 7407 in ähnlicher Weise gebogen. **Fig. 25C** zeigt die dabei gebogene Sekundärbatterie 7407. Die Sekundärbatterie

7407 ist ein dünner Akkumulator. Die Sekundärbatterie 7407 ist in einem gebogenen Zustand fixiert. Es sei angemerkt, dass die Sekundärbatterie 7407 eine elektrisch mit einem Stromkollektor verbundene Anschlusselektrode aufweist. Der Stromkollektor ist beispielsweise eine Kupferfolie und ist teilweise mit Gallium legiert; daher wird die Adhäsion zwischen dem Stromkollektor und einer mit diesem in Kontakt stehenden Aktivmaterialschicht verbessert, und die Sekundärbatterie 7407 weist selbst im gebogenen Zustand eine hohe Zuverlässigkeit auf.

[0366] **Fig. 25D** zeigt ein Beispiel für eine armbandförmige Anzeigevorrichtung. Eine tragbare Anzeigevorrichtung 7100 weist ein Gehäuse 7101, einen Anzeigeabschnitt 7102, Bedienknöpfe 7103 und eine Sekundärbatterie 7104 auf. Um die Sicherheit zu erhöhen, ist das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie 7407 verbunden. **Fig. 25E** zeigt die gebogene Sekundärbatterie 7104. Wenn die tragbare Anzeigevorrichtung an einem Arm eines Benutzers im gebogenen Zustand der Sekundärbatterie 7104 getragen wird, verändert sich die Form des Gehäuses und verändert sich die Krümmung eines Teils der Sekundärbatterie 7104 oder der ganzen Sekundärbatterie 7104. Es sei angemerkt, dass der durch einen Wert des Radius eines entsprechenden Kreises dargestellte Biegezustand einer Kurve an einem bestimmten Punkt als Krümmungsradius bezeichnet wird und dass der Kehrwert des Krümmungsradius als Krümmung bezeichnet wird. Insbesondere verändert sich ein Teil des Gehäuses, das ganze Gehäuse, ein Teil der Hauptfläche oder die ganze Hauptfläche der Sekundärbatterie 7104 mit einem Krümmungsradius im Bereich von 40 mm bis 150 mm. Wenn der Krümmungsradius der Hauptfläche der Sekundärbatterie 7104 im Bereich von 40 mm bis 150 mm liegt, kann die Zuverlässigkeit hoch aufrechterhalten werden. Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als die Sekundärbatterie 7104 verwendet wird, kann eine leichte tragbare Anzeigevorrichtung mit langer Lebensdauer bereitgestellt werden.

[0367] **Fig. 25F** zeigt ein Beispiel für ein armbanduhrentypisches tragbares Informationsendgerät. Ein tragbares Informationsendgerät 7200 weist ein Gehäuse 7201, einen Anzeigeabschnitt 7202, ein Band 7203, eine Schnalle 7204, Bedienknöpfe 7205, einen Eingangs-/Ausgangsanschluss 7206 und dergleichen auf.

[0368] Das tragbare Informationsendgerät 7200 kann verschiedene Applikationen ausführen, beispielsweise das Durchführen von Mobiltelefongesprächen, das Verschicken und Empfangen von E-Mails, das Ansehen und Bearbeiten von Texten, das

Wiedergeben von Musik, die Internet-Kommunikation und das Ausführen von Computerspielen.

[0369] Die Anzeigefläche des Anzeigebereichs 7202 ist gekrümmt, und Bilder können auf der gekrümmten Anzeigefläche angezeigt werden. Der Anzeigebereich 7202 weist ferner einen Berührungssensor auf, und die Bedienung kann durch Berühren des Bildschirms mit einem Finger, einem Stift oder dergleichen durchgeführt werden. Beispielsweise kann durch Berühren eines auf dem Anzeigebereich 7202 angezeigten Icons 7207 eine Applikation gestartet werden.

[0370] Mit den Bedientasten 7205 können verschiedene Funktionen ausgeführt werden, wie z. B. Zeiteinstellung, Ein-/Ausschalten des Stroms, Ein-/Ausschalten der drahtlosen Kommunikation, Aktivieren und Deaktivieren eines Ruhemodus sowie Aktivieren und Deaktivieren eines Stromsparmodus. Beispielsweise können die Funktionen der Bedientaste 7205 durch das in dem tragbaren Informationsendgerät 7200 eingebaute Betriebssystem beliebig eingestellt werden.

[0371] Das tragbare Informationsendgerät 7200 kann ferner die auf einem bestehenden Kommunikationsstandard basierte Nahbereichskommunikation ausführen. Beispielsweise kann eine gegenseitige Kommunikation mit einem für die drahtlose Kommunikation geeigneten Headset durchgeführt werden, und somit ist Freisprech-Telefonate möglich.

[0372] Außerdem weist das tragbare Informationsendgerät 7200 den Eingangs-/Ausgangsanschluss 7206 auf, und Daten können über einen Anschluss direkt an ein weiteres Informationsendgerät gesendet und von ihm empfangen werden. Es ist auch eine Ladung über den Eingangs-/Ausgangsanschluss 7206 möglich. Es sei angemerkt, dass der Ladevorgang ohne den Eingangs-/Ausgangsanschluss 7206 durch drahtlose Stromzufuhr durchgeführt werden kann.

[0373] Der Anzeigebereich 7202 des tragbaren Informationsendgeräts 7200 weist die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf. Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann ein leichtes tragbares Informationsendgerät mit langer Lebensdauer bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden sein. Die Sekundärbatterie 7104 in **Fig. 25E** kann beispielsweise in dem gebogenen Zustand in das Gehäuse 7201 oder in dem biegbaren Zustand in das Band 7203 eingebaut werden.

[0374] Das tragbare Informationsendgerät 7200 weist vorzugsweise einen Sensor auf. 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.

[0375] **Fig. 25G** zeigt ein Beispiel für eine Anzeigevorrichtung in Form einer Armbinde. Eine Anzeigevorrichtung 7300 weist einen Anzeigebereich 7304 und die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf. Das Steuerungssystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden. Die Anzeigevorrichtung 7300 kann einen Berührungssensor in dem Anzeigebereich 7304 aufweisen und kann als tragbares Informationsendgerät dienen.

[0376] Die Anzeigefläche des Anzeigebereichs 7304 ist gekrümmt, und Bilder können auf der gekrümmten Anzeigefläche angezeigt werden. Ein Anzeigezustand der Anzeigevorrichtung 7300 kann beispielsweise durch die auf einem bestehenden Kommunikationsstandard basierte Nahbereichskommunikation geändert werden.

[0377] Die Anzeigevorrichtung 7300 weist einen Eingangs-/Ausgangsanschluss auf, und Daten können über einen Anschluss direkt an ein weiteres Informationsendgerät gesendet und von ihm empfangen werden. Es ist auch eine Ladung über den Eingangs-/Ausgangsanschluss möglich. Es sei angemerkt, dass der Ladevorgang ohne den Eingangs-/Ausgangsanschluss durch drahtlose Stromzufuhr durchgeführt werden kann.

[0378] Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als in der Anzeigevorrichtung 7300 enthaltene Sekundärbatterie verwendet wird, kann eine leichte Anzeigevorrichtung mit langer Lebensdauer bereitgestellt werden.

[0379] Zusätzlich zeigen **Fig. 25H**, **Fig. 26** und **Fig. 27** Beispiele für elektronische Geräte, die die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit ausgezeichneten Zykleaseigenschaften enthalten.

[0380] Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Sekundärbatterie eines elektronischen Geräts verwendet wird, kann ein leichtes Produkt mit langer Lebensdauer bereitgestellt werden. Beispiele für das täglich verwendete elektronische Gerät umfassen eine elektrische Zahnbürste, einen elektrischen Rasierer und eine elektrische Schönheitsausrüstung, und als Sekundärbatterien dieser Produkte sind im Hinblick

auf eine leichte Handhabung für Benutzer kleine stabförmige Sekundärbatterien mit geringem Gewicht und hoher Kapazität erwünscht.

[0381] Fig. 25H ist eine perspektivische Ansicht einer auch als Verdampfer (elektronische Zigarette) bezeichneten Vorrichtung. In Fig. 25H umfasst eine elektronische Zigarette 7500 einen Zerstäuber 7501 mit einem Heizelement, eine dem Zerstäuber Strom zuführende Sekundärbatterie 7504 und eine eine Flüssigkeitszufuhrflasche, einen Sensor oder dergleichen umfassende Kassette 7502. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 7504 verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 7504 verbunden sein. Die Sekundärbatterie 7504 in Fig. 25H umfasst einen Ausgangsanschluss zum Anschließen an ein Ladegerät. Wenn die elektronische Zigarette 7500 von einem Benutzer gehalten wird, liegt die Sekundärbatterie 7504 an der Spitze; daher ist es bevorzugt, dass die Sekundärbatterie 7504 eine kurze Gesamtlänge aufweist und leicht ist. Mit der eine hohe Kapazität und eine vorteilhafte Zyklusleistung aufweisenden Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die kleine und leichte elektronische Zigarette 7500 bereitgestellt werden, die für eine lange Zeit über einen langen Zeitraum verwendet werden kann. Das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden.

[0382] Als Nächstes zeigen Fig. 26A und Fig. 26B ein Beispiel für einen doppelt faltbaren Tablet-Computer. Ein Tablet-Computer 7600 in Fig. 26A und Fig. 26B weist ein Gehäuse 7630a, ein Gehäuse 7630b, einen das Gehäuse 7630a und das Gehäuse 7630b miteinander verbindenden beweglichen Abschnitt 7640, einen einen Anzeigebereich 7631a und einen Anzeigebereich 7631b umfassenden Anzeigebereich 7631, Schalter 7625 bis 7627, eine Halterung 7629 und einen Bedienschalter 7628 auf. Die Verwendung eines flexiblen Bildschirms für den Anzeigebereich 7631 erzielt einen Tablet-Computer mit einem größeren Anzeigebereich. Fig. 26A zeigt den geöffneten Tablet-Computer 7600, und Fig. 26B zeigt den geschlossenen Tablet-Computer 7600.

[0383] Der Tablet-Computer 7600 weist eine Energiespeichereinheit 7635 innerhalb des Gehäuses 7630a und des Gehäuses 7630b auf. Die Energiespeichereinheit 7635 ist über das Gehäuse 7630a und das Gehäuse 7630b hinweg bereitgestellt, wobei sie den beweglichen Abschnitt 7640 passiert.

[0384] Ein Teil des Anzeigebereichs 7631 oder der ganze Anzeigebereich 7631 kann als Touchscreen-Bereich dienen, und Daten können eingegeben wer-

den, indem ein Text, ein Eingabeformular, ein ein Icon umfassendes Bild und dergleichen berührt werden, die auf dem Bereich angezeigt werden. Beispielsweise können Tastaturknöpfe auf dem ganzen Anzeigebereich 7631a auf der Seite des Gehäuses 7630a angezeigt werden, und Daten, wie z. B. ein Text oder ein Bild, können auf dem Anzeigebereich 7631b auf der Seite des Gehäuses 7630b angezeigt werden.

[0385] Alternativ kann eine Tastatur auf dem Anzeigebereich 7631b auf der Seite des Gehäuses 7630b angezeigt werden, und Daten, wie z. B. ein Text oder ein Bild, können auf dem Anzeigebereich 7631a auf der Seite des Gehäuses 7630a angezeigt werden. Alternativ kann ein Schaltknopf zum Anzeigen/Verbergen einer Tastatur eines Touchscreens auf dem Anzeigebereich 7631 angezeigt werden, so dass die Tastatur durch Berührung des Knopfs mit einem Finger, einem Stift oder dergleichen auf dem Anzeigebereich 7631 angezeigt wird.

[0386] Alternativ kann eine Berührungseingabe gleichzeitig in einem Touchscreen-Bereich des Anzeigebereichs 7631a auf der Seite des Gehäuses 7630a und in einem Touchscreen-Bereich des Anzeigebereichs 7631b auf der Seite des Gehäuses 7630b durchgeführt werden.

[0387] Die Schalter 7625 bis 7627 können nicht nur als Schnittstelle für den Betrieb des Tablet-Computers 7600, sondern auch als Schnittstelle dienen, die verschiedene Funktionen umschalten kann. Beispielsweise kann mindestens einer der Schalter 7625 bis 7627 als Schalter zum Ein-/Ausschalten des Tablet-Computers 7600 dienen. Als weiteres Beispiel kann mindestens einer der Schalter 7625 bis 7627 eine Funktion zum Umschalten der Orientierung der Anzeige zwischen einem Hochformat und einem Querformat und eine Funktion zum Umschalten der Anzeige zwischen einer monochromen Anzeige und einer Farbanzeige aufweisen. Als weiteres Beispiel kann mindestens einer der Schalter 7625 bis 7627 eine Funktion zur Anpassung der Leuchtdichte des Anzeigebereichs 7631 aufweisen. Die Leuchtdichte des Anzeigebereichs 7631 kann entsprechend der Menge an durch einen in dem Tablet-Computer 7600 eingebauten optischen Sensor erfasstem Außenlicht bei der Verwendung des Tablet-Computers 7600 optimiert werden. Es sei angemerkt, dass zusätzlich zu dem optischen Sensor der Tablet-Computer eine weitere Erfassungsvorrichtung, z. B. einen Sensor zum Messen der Neigung, wie einen Gyroskopsensor oder einen Beschleunigungssensor, umfassen kann.

[0388] In Fig. 26A weisen der Anzeigebereich 7631a auf der Seite des Gehäuses 7630a und der Anzeigebereich 7631b auf der Seite des Gehäuses 7630b im Wesentlichen die gleiche Anzeigefläche

auf; jedoch gibt es keine besondere Beschränkung bezüglich der Anzeigeflächen der Anzeigeabschnitte 7631a und 7631b, und die Anzeigeabschnitte können unterschiedliche Flächen oder eine unterschiedliche Anzeigequalität aufweisen. Beispielsweise kann einer der Anzeigeabschnitte 9631a und 9631b Bilder mit höherer Auflösung als der andere anzeigen.

[0389] Der Tablet-Computer 7600 ist in **Fig. 26B** doppelt gefaltet, und der Tablet-Computer 7600 weist ein Gehäuse 7630, eine Solarzelle 7633 und eine einen DCDC-Wandler 7636 umfassende Lade- und Entladesteuerschaltung 7634 auf. Die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird als die Energiespeichereinheit 7635 verwendet.

[0390] Wie vorstehend beschrieben, kann der Tablet-Computer 7600 doppelt gefaltet werden, und daher kann er bei Nichtgebrauch derart gefaltet werden, dass sich das Gehäuse 7630a und das Gehäuse 7630b überlappen. Der Anzeigeabschnitt 7631 kann aufgrund der Faltung geschützt werden, was die Beständigkeit des Tablet-Computers 7600 erhöhen kann. Die Energiespeichereinheit 7635, für die die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, weist eine hohe Kapazität und eine vorteilhafte Zyklusleistung auf; daher kann der für eine lange Zeit über einen langen Zeitraum verwendbare Tablet-Computer 7600 bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, ist das Steuersystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie der Energiespeichereinheit 7635 verbunden. Das Steuersystem kann die Lade- und Entladesteuerschaltung 7634 umfassen. Die Verwendung des Steuersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die verwendbare Energiedichte der Sekundärbatterie erhöhen. Die Verwendung des Steuersystems einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Lebensdauer der Sekundärbatterie verlängern. Dieses Steuersystem weist die in der vorherigen Ausführungsform beschriebene Messschaltung auf.

[0391] Der Tablet-Computer 7600 in **Fig. 26A** und **Fig. 26B** kann auch eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Arten von Daten (z. B. eines Standbildes, eines bewegten Bildes und eines Textbildes), eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, eines Datums, der Zeit und dergleichen auf dem Anzeigeabschnitt, eine Berührungseingabe-Funktion zum Bedienen oder Bearbeiten von auf dem Anzeigeabschnitt angezeigten Daten durch Berührungseingabe, eine Funktion zum Steuern der Verarbeitung mittels verschiedener Arten von Software (Programmen) und dergleichen aufweisen.

[0392] Die an einer Oberfläche des Tablet-Computers 7600 angebaute Solarzelle 7633 kann elektrische Energie einem Touchscreen, einem Anzeigeabschnitt, einem Bildsignalverarbeitungsabschnitt und dergleichen zuführen. Es sei angemerkt, dass die Solarzelle 7633 an einer Seite oder beiden Seiten des Gehäuses 7630 bereitgestellt sein kann und dass die Energiespeichereinheit 7635 effizient geladen werden kann. Die Verwendung einer Lithium-Ionen-Batterie als Energiespeichereinheit 7635 führt zu einem Vorteil, z. B. einer Verkleinerung.

[0393] Die Struktur und die Arbeitsweise der Lade- und Entladesteuerschaltung 7634 in **Fig. 26B** werden als Beispiel anhand eines Blockdiagramms in **Fig. 26C** beschrieben. **Fig. 26C** zeigt die Solarzelle 7633, die Energiespeichereinheit 7635, den DCDC-Wandler 7636, einen Wandler 7637, Schalter SW1 bis SW3 und den Anzeigeabschnitt 7631, wobei die Energiespeichereinheit 7635, der DCDC-Wandler 7636, der Wandler 7637 und die Schalter SW1 bis SW3 der Lade- und Entladesteuerschaltung 7634 in **Fig. 26B** entsprechen.

[0394] Zuerst wird ein Beispiel für die Arbeitsweise in dem Fall beschrieben, dass elektrische Energie durch die Solarzelle 7633 unter Verwendung von Außenlicht erzeugt wird. Die Spannung von durch die Solarzelle erzeugter elektrischer Energie wird durch den DCDC-Wandler 7636 auf eine Spannung zur Ladung der Energiespeichereinheit 7635 erhöht oder verringert. Wenn der Anzeigeabschnitt 7631 mit der elektrischen Energie aus der Solarzelle 7633 betrieben wird, wird der Schalter SW1 eingeschaltet, und die Spannung der elektrischen Energie wird durch den Wandler 7637 auf eine für den Anzeigeabschnitt 7631 benötigte Spannung erhöht oder verringert. Zusätzlich kann dann, wenn keine Anzeige auf dem Anzeigeabschnitt 7631 durchgeführt wird, durch ein Ausschalten des Schalters SW1 und ein Einschalten des Schalters SW2 die Energiespeichereinheit 7635 geladen werden.

[0395] Es sei angemerkt, dass die Solarzelle 7633 als Beispiel für ein Energieerzeugungsmittel beschrieben worden ist; jedoch ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt, und die Energiespeichereinheit 7635 kann mittels eines anderen Energieerzeugungsmittels, wie z. B. eines piezoelektrischen Elements, eines thermoelektrischen Wandlerelements (Peltier-Elements) oder dergleichen, geladen werden. Beispielsweise kann die Ladung mittels eines elektrischen Energie drahtlos (kontaktlos) übertragenden und empfangenden, kontaktfreien Energieübertragungsmoduls durchgeführt werden oder ein weiteres Lademittel kann mit diesem kombiniert werden.

[0396] **Fig. 27** zeigt weitere Beispiele für elektronische Geräte. Die Steuerschaltung einer Ausführungsform

rungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit Sekundärbatterien elektronischer Geräte in **Fig. 27** verbunden. In **Fig. 27** ist eine Anzeigevorrichtung 8000 ein Beispiel für ein elektronisches Gerät, bei dem eine Sekundärbatterie 8004 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Insbesondere entspricht die Anzeigevorrichtung 8000 einer Anzeigevorrichtung für den Empfang von Fernsehsendungen und weist ein Gehäuse 8001, einen Anzeigeabschnitt 8002, Lautsprecherabschnitte 8003, die Sekundärbatterie 8004 und dergleichen auf. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 8004 verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 8004 verbunden sein. Die Sekundärbatterie 8004 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in dem Gehäuse 8001 bereitgestellt. Die Anzeigevorrichtung 8000 kann elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle empfangen und alternativ in der Sekundärbatterie 8004 gespeicherte elektrische Energie verwenden. Somit kann die Anzeigevorrichtung 8000 unter Verwendung der Sekundärbatterie 8004 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als unterbrechungsfreie Stromquelle betrieben werden, selbst wenn elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle aufgrund eines Stromausfalls oder dergleichen nicht zugeführt werden kann.

[0397] Eine Halbleiteranzeigevorrichtung, wie z. B. eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, in der ein Licht emittierendes Element, wie z. B. ein organisches EL-Element, in jedem Pixel bereitgestellt ist, eine Elektrophoreseanzeigevorrichtung, ein Mikrospiegelaktor (digital micromirror device, DMD), ein Plasmabildschirm (plasma display panel, PDP) oder ein Feldemissionsbildschirm (field emission display, FED), kann für den Anzeigeabschnitt 8002 verwendet werden.

[0398] Es sei angemerkt, dass die Anzeigevorrichtung in ihrer Kategorie zusätzlich zu derjenigen für den Empfang von Fernsehsendungen sämtliche Informationsanzeigevorrichtungen für Personal-Computer, Werbeanzeigen und dergleichen miteinschließt.

[0399] Eine eingebaute Beleuchtungseinrichtung 8100 in **Fig. 27** ist ein Beispiel für ein elektronisches Gerät, bei dem eine Sekundärbatterie 8103 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Insbesondere weisen die Beleuchtungsvorrichtung 8100 ein Gehäuse 8101, eine Lichtquelle 8102, die Sekundärbatterie 8103 und dergleichen auf. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 8103 verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 8103 verbunden sein. Obwohl **Fig. 27** den Fall dar-

stellt, dass die Sekundärbatterie 8103 in einer Decke 8104 bereitgestellt ist, in der das Gehäuse 8101 und die Lichtquelle 8102 eingebaut sind, kann die Sekundärbatterie 8103 auch in dem Gehäuse 8101 bereitgestellt sein. Die Beleuchtungsvorrichtung 8100 kann elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle empfangen und alternativ in der Sekundärbatterie 8103 gespeicherte elektrische Energie verwenden. Somit kann die Beleuchtungsvorrichtung 8100 unter Verwendung der Sekundärbatterie 8103 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als unterbrechungsfreie Stromquelle betrieben werden, selbst wenn elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle aufgrund eines Stromausfalls oder dergleichen nicht zugeführt werden kann.

[0400] Es sei angemerkt, dass, obwohl in **Fig. 27** die in der Decke 8104 bereitgestellte, eingebaute Beleuchtungseinrichtung 8100 als Beispiel gezeigt ist, die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beispielsweise auch für eine eingebaute Beleuchtungseinrichtung verwendet werden kann, die beispielsweise in einer Wand 8105, einem Boden 8106, einem Fenster 8107 oder dergleichen, d. h. außer in der Decke 8104, bereitgestellt ist, und alternativ für eine Tischlampe oder dergleichen verwendet werden kann.

[0401] Als Lichtquelle 8102 kann eine Licht mittels elektrischer Energie künstlich emittierende künstliche Lichtquelle verwendet werden. Konkrete Beispiele für die künstliche Lichtquelle umfassen eine Glühlampe, eine Entladungslampe, wie z. B. eine Fluoreszenzlampe, und Licht emittierende Elemente, wie z. B. eine LED und/oder ein organisches EL-Element.

[0402] Eine ein Innengerät 8200 und ein Außengerät 8204 aufweisende Klimaanlage in **Fig. 27** ist ein Beispiel für ein elektronisches Gerät, bei dem eine Sekundärbatterie 8203 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Insbesondere weist das Innengerät 8200 ein Gehäuse 8201, einen Luftauslass 8202, die Sekundärbatterie 8203 und dergleichen auf. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 8203 verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 8203 verbunden sein. Obwohl **Fig. 27** den Fall zeigt, dass die Sekundärbatterie 8203 in dem Innengerät 8200 bereitgestellt ist, kann die Sekundärbatterie 8203 in dem Außengerät 8204 bereitgestellt sein. Alternativ können die Sekundärbatterien 8203 sowohl in dem Innengerät 8200 als auch in dem Außengerät 8204 bereitgestellt sein. Die Klimaanlage kann elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle empfangen und alternativ in der Sekundärbatterie 8203 gespeicherte elektrische Energie verwenden. Im Besonderen kann in dem Fall, dass die Sekundärbatterien 8203 sowohl in

dem Innengerät 8200 als auch in dem Außengerät 8204 bereitgestellt sind, die Klimaanlage unter Verwendung der Sekundärbatterien 8203 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als unterbrechungsfreie Stromquellen betrieben werden, selbst wenn elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle aufgrund eines Stromausfalls oder dergleichen nicht zugeführt werden kann.

[0403] Es sei angemerkt, dass zwar die Split-Klimaanlage mit dem Innengerät und dem Außengerät als Beispiel in **Fig. 27** gezeigt ist, die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung jedoch auch für eine Monoblock-Klimaanlage mit in einem Gehäuse integrierten Funktionen eines Innengeräts und eines Außengeräts verwendet werden kann.

[0404] Ein elektrischer Gefrier-Kühlschrank 8300 in **Fig. 27** ist ein Beispiel für ein elektronisches Gerät, bei dem eine Sekundärbatterie 8304 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Insbesondere weist der elektrische Gefrier-Kühlschrank 8300 ein Gehäuse 8301, eine Kühlschranktür 8302, eine Gefrierschranktür 8303, die Sekundärbatterie 8304 und dergleichen auf. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 8304 verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 8304 verbunden sein. In **Fig. 27** ist die Sekundärbatterie 8304 in dem Gehäuse 8301 bereitgestellt. Der elektrische Gefrier-Kühlschrank 8300 kann elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle empfangen und alternativ in der Sekundärbatterie 8304 gespeicherte elektrische Energie verwenden. Somit kann der elektrische Gefrier-Kühlschrank 8300 unter Verwendung der Sekundärbatterie 8304 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als unterbrechungsfreie Stromquelle betrieben werden, selbst wenn elektrische Energie aus einer gewerblichen Stromquelle aufgrund eines Stromausfalls oder dergleichen nicht zugeführt werden kann.

[0405] Es sei angemerkt, dass unter den vorstehend beschriebenen elektronischen Geräten ein Hochfrequenzheizgerät, wie z. B. ein Mikrowellenofen, und ein elektronisches Gerät, wie z. B. ein elektrischer Reiskocher, hohe elektrische Energie in einer kurzen Zeit benötigen. Das Auslösen eines Unterbrechers einer gewerblichen Stromquelle bei der Verwendung eines derartigen elektronischen Geräts kann verhindert werden, indem die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Hilfsstromquelle zum Zuführen von einer gewerblichen Stromquelle nicht ausreichend zuzuführender elektrischer Energie verwendet wird.

[0406] Zusätzlich wird in einer Zeitperiode, in der elektronische Geräte nicht verwendet werden, insbe-

sondere in einer Zeitperiode, in der der Anteil der Menge an tatsächlich verbrauchter elektrischer Energie zu der Gesamtmenge an von einer gewerblichen Stromquelle zuzuführender elektrischer Energie (ein derartiger Anteil wird als Energieverbrauchsrate bezeichnet) niedrig ist, elektrische Energie in der Sekundärbatterie gespeichert, wodurch eine Erhöhung der Energieverbrauchsrate in einer anderen Zeitperiode als die oben genannten Zeitperioden verhindert werden kann. Beispielsweise wird bei dem elektrischen Gefrier-Kühlschrank 8300 elektrische Energie in der Sekundärbatterie 8304 in der Nachtzeit gespeichert, in der die Temperatur niedrig ist und die Kühlschranktür 8302 und die Gefrierschranktür 8303 nicht oft auf- oder zugemacht werden. Andererseits wird tagsüber, wo die Temperatur hoch ist und die Kühlschranktür 8302 und die Gefrierschranktür 8303 häufig auf- und zugemacht werden, die Sekundärbatterie 8304 als Hilfsstromquelle verwendet; somit kann die Energieverbrauchsrate tagsüber verringert werden.

[0407] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Sekundärbatterie eine ausgezeichnete Zyklusleistung und eine verbesserte Zuverlässigkeit aufweisen. Ferner kann Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Sekundärbatterie mit hoher Kapazität erhalten werden; somit kann die Sekundärbatterie eine bessere Leistung aufweisen, und daher kann die Sekundärbatterie selbst kompakter und leichter gemacht werden. Wenn die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in dem in dieser Ausführungsform beschriebenen elektronischen Gerät integriert wird, kann ein leichteres elektronisches Gerät mit einer längeren Lebensdauer erhalten werden.

[0408] **Fig. 28A** zeigt Beispiele für tragbare Vorrichtungen. Eine Sekundärbatterie wird als Stromquelle einer tragbaren Vorrichtung 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.

[0409] Beispielsweise kann eine brillenartige Vorrichtung 9000 in **Fig. 28A** mit der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden. Die brillenartige Vorrichtung 9000 weist einen Rahmen 9000a und einen Anzeigebereich 9000b auf. Die Sekundärbatterie wird in einem Bügel des Rahmens 9000a mit einer gekrümmten Form bereitgestellt, wodurch die brillenartige Vorrichtung 9000 leicht sein kann, eine ausgeglichene Gewichtsverteilung aufweisen kann und kontinuierlich für eine lange Zeit verwendet werden kann. Die Steuerschaltung einer Ausführungsform

der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden. Unter Verwendung der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine zur Verkleinerung eines Gehäuses erforderliche Platzersparnis erzielt werden.

[0410] Eine Headset-Vorrichtung 9001 kann mit der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden. Die Headset-Vorrichtung 9001 weist mindestens einen Mikrofonabschnitt 9001a, einen flexiblen Bügel 9001b und einen Ohrhörerabschnitt 9001c auf. Die Sekundärbatterie kann in dem flexiblen Bügel 9001b oder dem Ohrhörerabschnitt 9001c bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden sein. Unter Verwendung der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine zur Verkleinerung eines Gehäuses erforderliche Platzersparnis erzielt werden.

[0411] Eine direkt an einem Körper zu befestigende Vorrichtung 9002 kann mit der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden. Eine Sekundärbatterie 9002b kann in einem dünnen Gehäuse 9002a der Vorrichtung 9002 bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 9002b verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 9002 verbunden sein. Unter Verwendung der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine zur Verkleinerung eines Gehäuses erforderliche Platzersparnis erzielt werden.

[0412] Eine an der Kleidung zu befestigende Vorrichtung 9003 kann mit der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden. Eine Sekundärbatterie 9003b kann in einem dünnen Gehäuse 9003a der Vorrichtung 9003 bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie 9003b verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie 9003b verbunden sein. Unter Verwendung der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine zur Verkleinerung eines Gehäuses erforderliche Platzersparnis erzielt werden.

[0413] Eine gürtelartige Vorrichtung 9006 kann mit der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden. Die gürtelartige Vorrichtung 9006 weist einen Gürtelabschnitt 9006a und einen drahtlosen Stromeinspeisungs- und Empfangsabschnitt 9006b auf, und die Sekun-

därbatterie kann innerhalb des Gürtelabschnitts 9006a bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden sein. Unter Verwendung der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine zur Verkleinerung eines Gehäuses erforderliche Platzersparnis erzielt werden.

[0414] Eine armbanduhrtartige Vorrichtung 9005 kann mit der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet werden. Die armbanduhrtartige Vorrichtung 9005 weist einen Anzeigeabschnitt 9005a und einen Gürtelabschnitt 9005b auf, und die Sekundärbatterie kann in dem Anzeigeabschnitt 9005a oder dem Gürtelabschnitt 9005b bereitgestellt werden. Um die Sicherheit zu erhöhen, kann eine Überladung und/oder eine Überentladung der Sekundärbatterie verhindernde Schutzschaltung elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden sein. Unter Verwendung der Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine zur Verkleinerung eines Gehäuses erforderliche Platzersparnis erzielt werden.

[0415] Der Anzeigeabschnitt 9005a kann verschiedene Arten von Informationen, wie z. B. die Zeit und Empfangsinformationen einer E-Mail und/oder eines eingehenden Anrufs, anzeigen.

[0416] Außerdem ist die armbanduhrtartige Vorrichtung 9005 eine direkt um einen Arm gewickelte tragbare Vorrichtung; daher kann sie mit einem den Puls, den Blutdruck oder dergleichen des Benutzers messenden Sensor ausgestattet werden. Daten über die Aktivitätsmenge und den Gesundheitszustand des Benutzers können gespeichert werden, um zur Gesunderhaltung genutzt zu werden.

[0417] Fig. 28B ist eine perspektivische Ansicht der von einem Arm abgenommenen, armbanduhrtartigen Vorrichtung 9005.

[0418] Fig. 28C zeigt eine Seitenansicht der armbanduhrtartigen Vorrichtung 9005. Fig. 28C zeigt die innen eingebaute Sekundärbatterie 913 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Sekundärbatterie 913 überlappt sich mit dem Anzeigeabschnitt 9005a, wobei die Sekundärbatterie 913 klein und leicht ist. Die Steuerschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie verbunden.

[0419] Fig. 29A zeigt ein Beispiel für einen Reinigungsroboter. Ein Reinigungsroboter 9300 weist einen auf der Oberseite eines Gehäuses 9301 angeordneten Anzeigeabschnitt 9302, mehrere auf der

Seitenfläche angeordnete Kameras 9303, eine Bürste 9304, einen Bedientopf 9305, eine Sekundärbatterie 9306, verschiedene Sensoren und dergleichen auf. Die Steuerschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie 9306 verbunden. Obwohl nicht dargestellt, ist der Reinigungsroboter 9300 mit Reifen, einer Einlassöffnung und dergleichen versehen. Der Reinigungsroboter 9300 ist selbstfahrend, erfasst Staub 9310 und kann durch die auf der Unterseite bereitgestellte Einlassöffnung den Staub saugen.

[0420] Durch Analysieren der mit den Kameras 9303 aufgenommenen Bilder kann der Reinigungsroboter 9300 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 9304 verfangen könnte, wie z. B. ein Stromkabel, durch die Bildanalyse erfasst wird, kann die Umdrehung der Bürste 9304 angehalten werden. Der Reinigungsroboter 9300 weist darin eine Sekundärbatterie 9306 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und eine Halbleitervorrichtung oder ein elektronisches Bauelement auf. Der die Sekundärbatterie 9306 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweisende Reinigungsroboter 9300 kann ein lange Zeit betreibbares sehr zuverlässiges elektronisches Gerät sein.

[0421] Fig. 29B zeigt ein Beispiel für einen Roboter. Ein Roboter 9400 in Fig. 29B weist eine Sekundärbatterie 9409, einen Beleuchtungsstärkesensor 9401, ein Mikrofon 9402, eine obere Kamera 9403, einen Lautsprecher 9404, einen Anzeigeabschnitt 9405, eine untere Kamera 9406, einen Hindernissensor 9407, einen Bewegungsmechanismus 9408, eine arithmetische Vorrichtung und dergleichen auf. Die Steuerschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie 9409 verbunden.

[0422] Das Mikrofon 9402 weist eine Funktion zur Erfassung einer Sprechstimme des Benutzers, eines Umgebungsgeräuschs und dergleichen auf. Der Lautsprecher 9404 weist eine Funktion zur Ausgabe eines Tons auf. Der Roboter 9400 kann das Mikrofon 9402 und den Lautsprecher 9404 verwenden, um mit dem Benutzer kommunizieren zu können.

[0423] Der Anzeigeabschnitt 9405 weist eine Funktion zur Anzeige verschiedener Arten von Informationen auf. Der Roboter 9400 kann auf dem Anzeigeabschnitt 9405 von dem Benutzer gewünschte Informationen anzeigen. Ein Touchscreen kann auf dem Anzeigeabschnitt 9405 montiert sein. Außerdem kann der Anzeigeabschnitt 9405 ein abnehmbares Informationsendgerät sein; wenn der Anzeigeabschnitt 9405 an die Home-Position des Roboters

9400 gestellt wird, können eine Ladung und eine Datenkommunikation durchgeführt werden.

[0424] Die obere Kamera 9403 und die untere Kamera 9406 weisen jeweils eine Funktion zur Aufnahme von Bildern der Umgebung des Roboters 9400 auf. Der Hindernissensor 9407 kann ein Hindernis in der Richtung erfassen, in die sich der Roboter 9400 mit dem Bewegungsmechanismus 9408 vorwärtsbewegt. Der Roboter 9400 kann sich sicher bewegen, während er mit der oberen Kamera 9403, der unteren Kamera 9406 und dem Hindernissensor 9407 die Umgebung erkennt.

[0425] Der Roboter 9400 weist darin die Sekundärbatterie 9409 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und eine Halbleitervorrichtung oder ein elektronisches Bauelement auf. Der die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweisende Roboter 9400 kann ein lange Zeit betreibbares sehr zuverlässiges elektronisches Gerät sein.

[0426] Fig. 29C zeigt ein Beispiel für einen Flugkörper. Ein Flugkörper 9500 in Fig. 29C weist Propeller 9501, eine Kamera 9502, eine Sekundärbatterie 9503 und dergleichen auf und weist eine Funktion zum autonomen Fliegen auf. Die Steuerschaltung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise elektrisch mit der Sekundärbatterie 9503 verbunden.

[0427] Beispielsweise werden durch die Kamera 9502 aufgenommene Bilddaten in einem elektronischen Bauelement 9504 gespeichert. Das elektronische Bauelement 9504 kann die Bilddaten analysieren, um zu erfassen, ob ein Hindernis während der Bewegung im Weg steht. Außerdem kann das elektronische Bauelement 9504 aus einer Änderung der Energiespeicherkapazität der Sekundärbatterie 9503 den verbleibenden Akkustand schätzen. Der Flugkörper 9500 weist darin die Sekundärbatterie 9503 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf. Der die Sekundärbatterie einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweisende Flugkörper 9500 kann ein lange Zeit betreibbares sehr zuverlässiges elektronisches Gerät sein.

[0428] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen implementiert werden.

Bezugszeichen

[0429] 100: Energiespeichersystem, 120: Sekundärbatterie, 121: Batteriezelle, 130: Schichtanordnung, 131: Schichtanordnung, 400: Sekundärbatterie, 401: Positivelektrodenkappe, 415: Energiespeichersystem, 420: Steuersystem, 420a: Schaltung, 420b: Schaltung, 423: Leitung, 424: Lei-

ter, 425: Isolator, 426: Leitung, 500: Sekundärbatterie, 501: Positivelektrodenstromkollektor, 502: Positivelektrodenaktivmaterialschicht, 503: Positivelektrode, 504: Negativelektrodenstromkollektor, 505: Negativelektrodenaktivmaterialschicht, 506: Negativelektrode, 507: Separator, 507a: Bereich, 507b: Bereich, 508: Elektrolyt, 509: Außenteil, 510: Positivelektrodenanschlusselektrode, 511: Negativelektrodenanschlusselektrode, 513: Sekundärbatterie, 515: Dichtung, 516: Einlass, 517: Antenne, 519: Schicht, 521: Leiterplatte, 522: Anschluss, 531: Sekundärbatteriepack, 550: Schichtanordnung, 551: einer von einem Positivelektrodenanschluss und einem Negativelektrodenanschluss, 552: anderer von einem Positivelektrodenanschluss und einem Negativelektrodenanschluss, 560: Sekundärbatterie, 581: Polymerfilm, 582: Loch, 584: Polymerfilm, 585: Loch, 590: Steuersystem, 590a: Schaltungssystem, 590b: Schaltungssystem, 601: Positivelektrodenkappe, 602: Batteriedose, 603: Positivelektrodenanschluss, 604: Positivelektrode, 605: Separator, 606: Negativelektrode, 607: Negativelektrodenanschluss, 608: Isolierplatte, 609: Isolierplatte, 611: PTC-Element, 613: Sicherheitsventil-Mechanismus, 700: Steuersystem, 701: Eingabeschutzschaltung, 702: Ladeschutzschaltung, 703: Entladeschutzschaltung, 704: Auswahlerschaltung, 705: Ausgabesteuerschaltung, 706: Ausgabeschutzschaltung, 711: Potentialregelungsschaltung, 712: Stromerzeugungsschaltung, 713: Steuerschaltung, 714: Schalterabschnitt, 721: Ladesteuerschaltung, 731: Eingangsanschluss, 732: Ausgangsanschluss, 750: Messschaltung, 750a: Schaltung, 751: Wechselsignalquelle, 752: Kondensator, 753: Widerstand, 754: Induktor, 755: Schalter, 771: Anschluss, 772: Anschluss, 781: Voltmeter, 782: Voltmeter, 786: Kondensator, 911a: Anschluss, 911b: Anschluss, 913: Sekundärbatterie, 930: Gehäuse, 930a: Gehäuse, 930b: Gehäuse, 931: Negativelektrode, 931a: Negativelektrodenaktivmaterialschicht, 932: Positivelektrode, 932a: Positivelektrodenaktivmaterialschicht, 933: Separator, 950: gewickeltes Teil, 950a: gewickeltes Teil, 951: Anschluss, 952: Anschluss, 970: Sekundärbatterie, 971: Gehäuse, 972: Schichtanordnung, 973a: Positivelektrodenanschlusselektrode, 973b: Anschluss, 973c: Leiter, 974a: Negativelektrodenanschlusselektrode, 974b: Anschluss, 974c: Leiter, 975a: Positivelektrode, 975b: Positivelektrode, 976: Separator, 977a: Negativelektrode, 1301a: erste Batterie, 1301b: erste Batterie, 1302: Batteriesteuerung, 1303: Motorsteuerung, 1304: Motor, 1305: Getriebe, 1306: Gleichstromschaltung, 1307: elektrische Servolenkung, 1308: Heizung, 1309: Scheibenheizung, 1310: Gleichstromschaltung, 1311: zweite Batterie, 1312: Inverter, 1313: Audioanlage, 1314: elektrischer Fensterheber, 1315: Lampen, 1316: Reifen, 1317: Heckmotor, 1320: Steuersystem, 1415: Batteriepack, 1421: Leitung, 1422: Leitung, 1700: Energiespeichervorrichtung, 1701: gewerbliche Stromquelle, 1703: Verteilertafel, 1705: Energiespeichersteue-

rung, 1706: Indikator, 1707: allgemeine Last, 1708: Energiespeicherlast, 1709: Router, 1710: Betriebskabel-Montageabschnitt, 1711: Messabschnitt, 1712: Vorhersageabschnitt, 1713: Planungsabschnitt, 1790: Steuervorrichtung, 1791: Akkumulator, 1796: Fußbodenbereich, 1799: Gebäude, 2001: Automobil, 2002: Transporter, 2003: Transportfahrzeug, 2004: Flugzeug, 2005: Transportfahrzeug, 2100: elektrisches Fahrrad, 2101: Sekundärbatterie, 2102: Energiespeichervorrichtung, 2103: Anzeigeabschnitt, 2104: Steuersystem, 2201: Batteriepack, 2202: Batteriepack, 2203: Batteriepack, 2204: Batteriepack, 2300: Motorroller, 2301: Seitenspiegel, 2302: Energiespeichervorrichtung, 2303: Blinker, 2304: Stauraum unter einem Sitz, 2603: Fahrzeug, 2604: Ladegerät, 2610: Solarpanel, 2611: Leitung, 2612: Energiespeichervorrichtung, 2800: Personal-Computer, 2801: Gehäuse, 2802: Gehäuse, 2803: Anzeigeabschnitt, 2804: Tastatur, 2805: Zeigevorrichtung, 2806: Sekundärbatterie, 2807: Sekundärbatterie, 7100: tragbare Anzeigevorrichtung, 7101: Gehäuse, 7102: Anzeigeabschnitt, 7103: Bedienknopf, 7104: Sekundärbatterie, 7200: tragbares Informationsendgerät, 7201: Gehäuse, 7202: Anzeigeabschnitt, 7203: Band, 7204: Schnalle, 7205: Bedienknopf, 7206: Eingangs-/Ausgangsanschluss, 7207: Icon, 7300: Anzeigevorrichtung, 7304: Anzeigeabschnitt, 7400: Mobiltelefon, 7401: Gehäuse, 7402: Anzeigeabschnitt, 7403: Bedienknopf, 7404: externer Verbindungsanschluss, 7405: Lautsprecher, 7406: Mikrofon, 7407: Sekundärbatterie, 7500: elektronische Zigarette, 7501: Zerstäuber, 7502: Kassette, 7504: Sekundärbatterie, 7600: Tablet-Computer, 7625: Schalter, 7627: Schalter, 7628: Bedienschalter, 7629: Halterung, 7630: Gehäuse, 7630a: Gehäuse, 7630b: Gehäuse, 7631: Anzeigeabschnitt, 7631a: Anzeigeabschnitt, 7631b: Anzeigeabschnitt, 7633: Solarzelle, 7634: Lade- und Entladesteuerschaltung, 7635: Energiespeichereinheit, 7636: DCDC-Wandler, 7637: Wandler, 7640: beweglicher Abschnitt, 8000: Anzeigevorrichtung, 8001: Gehäuse, 8002: Anzeigeabschnitt, 8003: Lautsprecherabschnitt, 8004: Sekundärbatterie, 8100: Beleuchtungseinrichtung, 8101: Gehäuse, 8102: Lichtquelle, 8103: Sekundärbatterie, 8104: Decke, 8105: Wand, 8106: Boden, 8107: Fenster, 8200: Innengerät, 8201: Gehäuse, 8202: Luftauslass, 8203: Sekundärbatterie, 8204: Außengerät, 8300: elektrischer Gefrier-Kühlschrank, 8301: Gehäuse, 8302: Kühlschranktür, 8303: Gefrierschranktür, 8304: Sekundärbatterie, 9000: brillenartige Vorrichtung, 9000a: Rahmen, 9000b: Anzeigeabschnitt, 9001: Headset-Vorrichtung, 9001a: Mikrofonabschnitt, 9001b: flexibler Bügel, 9001c: Ohrhörerabschnitt, 9002: Vorrichtung, 9002a: Gehäuse, 9002b: Sekundärbatterie, 9003: Vorrichtung, 9003a: Gehäuse, 9003b: Sekundärbatterie, 9005: armbandartige Vorrichtung, 9005a: Anzeigeabschnitt, 9005b: Gürtelabschnitt, 9006: gürtelartige Vorrichtung, 9006a: Gürtelabschnitt, 9006b: drahtloser

Stromeinspeisungs- und Empfangsabschnitt, 9300: Reinigungsroboter, 9301: Gehäuse, 9302: Anzeigeabschnitt, 9303: Kamera, 9304: Bürste, 9305: Bedienknopf, 9306: Sekundärbatterie, 9310: Staub, 9400: Roboter, 9401: Beleuchtungsstärkesensor, 9402: Mikrofon, 9403: obere Kamera, 9404: Lautsprecher, 9405: Anzeigeabschnitt, 9406: untere Kamera, 9407: Hindernissensor, 9408: Bewegungsmechanismus, 9409: Sekundärbatterie, 9500: Flugkörper, 9501: Propeller, 9502: Kamera, 9503: Sekundärbatterie, 9504: elektronisches Bauelement

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

- WO 2017/094185 [0008]

Patentansprüche

1. Energiespeichersystem umfassend: eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung, wobei die Messschaltung einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor umfasst, wobei ein Anschluss des Widerstands elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden ist, wobei der andere Anschluss des Widerstands elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden ist, wobei der eine Anschluss des Induktors elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden ist, und wobei die Messschaltung eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands aufweist.

2. Energiespeichersystem umfassend: eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung, wobei die Messschaltung einen Widerstand, einen Kondensator und einen Induktor umfasst, wobei ein Anschluss des Widerstands elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden ist, wobei die andere Elektrode des Kondensators elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden ist, wobei der eine Anschluss des Induktors elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden ist, wobei die Messschaltung eine Funktion zur Messung einer Impedanz der Sekundärbatterie durch die Messung eines Stroms des Widerstands aufweist.

3. Energiespeichersystem nach Anspruch 1 oder 2, das eine Funktion zur Messung der Impedanz während der Zuführung eines Ladestroms oder eines Entladestroms zu der Sekundärbatterie aufweist.

4. Energiespeichersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der andere Anschluss des Induktors elektrisch mit einer ersten Schaltung verbunden ist, und wobei die erste Schaltung eine Funktion zum Steuern der Ladung der Sekundärbatterie aufweist.

5. Energiespeichersystem nach Anspruch 4, wobei der Ladestrom für die Sekundärbatterie von der ersten Schaltung über den Induktor zu der Sekundärbatterie zugeführt wird.

6. Energiespeichersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Messschaltung eine Funktion zur Anlegung einer Spannung mit einem Wechselstromanteil an die Sekundärbatterie aufweist, wobei die Messschaltung eine Funktion zum Sweep

einer Frequenz des Wechselstromanteils aufweist, und wobei das Energiespeichersystem eine Funktion zur Schätzung eines Zustands der Sekundärbatterie aufgrund des Zusammenhangs zwischen der Frequenz und einem Stromwert des Widerstands aufweist.

7. Energiespeichersystem nach Anspruch 6, das eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen der Sekundärbatterie aufgrund des geschätzten Zustands aufweist.

8. Energiespeichersystem umfassend: eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung, wobei die Messschaltung einen Widerstand, einen Kondensator, einen Induktor und eine Wechselsignalquelle umfasst, wobei ein Anschluss des Widerstands elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden ist, wobei der andere Anschluss des Widerstands elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden ist, wobei der eine Anschluss des Induktors elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden ist, und wobei die Wechselsignalquelle elektrisch mit der anderen Elektrode des Kondensators und einer Negativelektrode der Sekundärbatterie verbunden ist.

9. Energiespeichersystem umfassend: eine Sekundärbatterie und eine Messschaltung, wobei die Messschaltung einen Widerstand, einen Kondensator, einen Induktor und eine Wechselsignalquelle umfasst, wobei ein Anschluss des Widerstands elektrisch mit einer Elektrode des Kondensators verbunden ist, wobei die andere Elektrode des Kondensators elektrisch mit einem Anschluss des Induktors verbunden ist, wobei der eine Anschluss des Induktors elektrisch mit einer Positivelektrode der Sekundärbatterie verbunden ist, und wobei die Wechselsignalquelle elektrisch mit dem anderen Anschluss des Widerstands und einer Negativelektrode der Sekundärbatterie verbunden ist.

10. Energiespeichersystem nach Anspruch 8 oder 9, das eine Funktion zum Sweep einer Frequenz eines von der Wechselsignalquelle ausgegebenen Signals und zum Erhalten des Zusammenhangs zwischen einem Stromwert des Widerstands und der Frequenz aufweist.

11. Energiespeichersystem nach Anspruch 10, das eine Funktion zur Schätzung eines Zustands der Sekundärbatterie aufgrund des Zusammenhangs zwischen dem Stromwert des Widerstands

und der Frequenz aufweist, und das eine Funktion zum Bestimmen von Ladebedingungen der Sekundärbatterie aufgrund des geschätzten Zustands aufweist.

12. Energiespeichersystem nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Messung des Stromwerts des Widerstands in einem Zustand durchgeführt wird, in dem der Sekundärbatterie ein Ladestrom oder ein Entladestrom zugeführt wird.

13. Energiespeichersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, das einen Temperatursensor aufweist.

14. Fahrzeug umfassend ein Energiespeichersystem, mit dem einer der Ansprüche 1 bis 13 ausgestattet ist.

15. Elektronisches Gerät umfassend ein Energiespeichersystem, mit dem einer der Ansprüche 1 bis 13 ausgestattet ist.

Es folgen 29 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

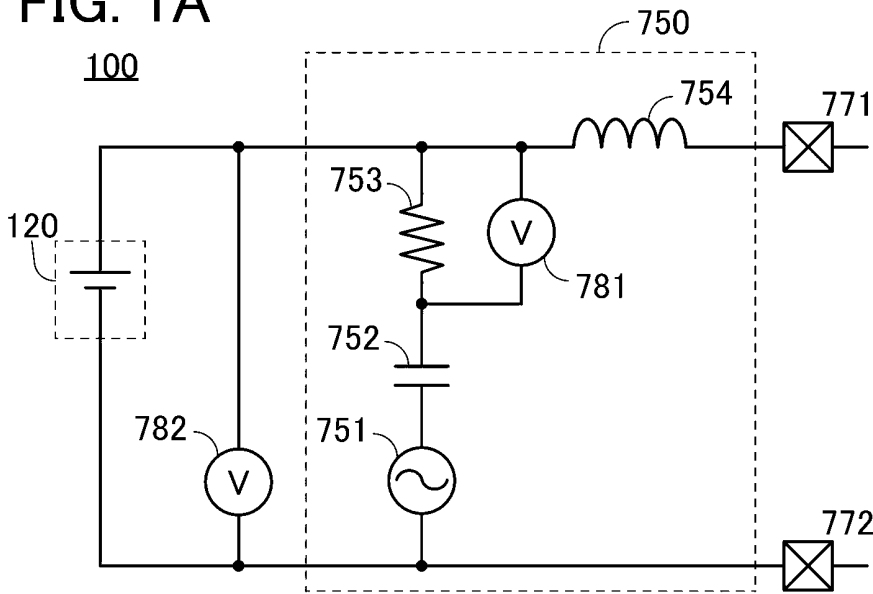


FIG. 1E

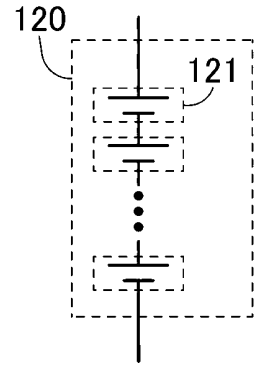


FIG. 1B

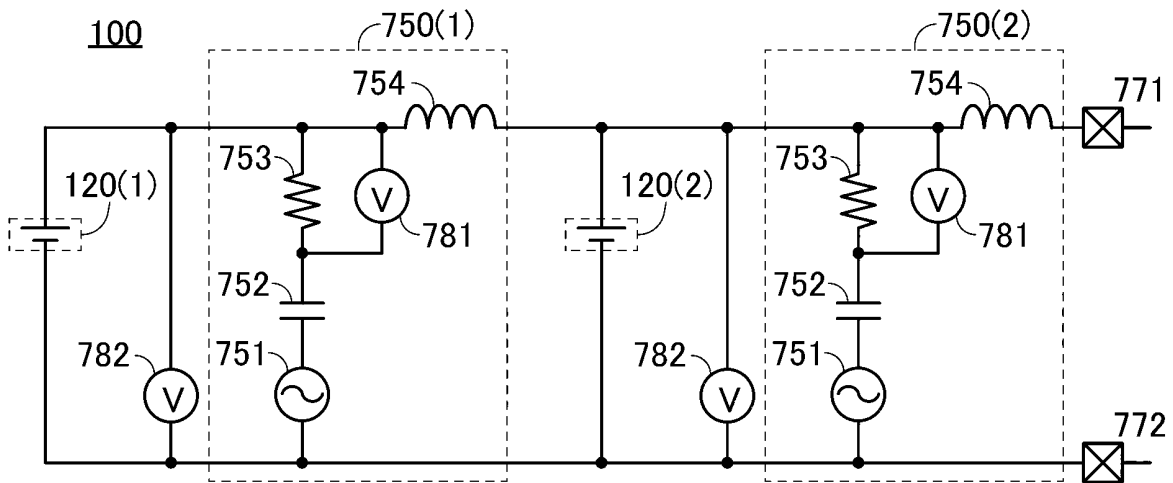


FIG. 1C

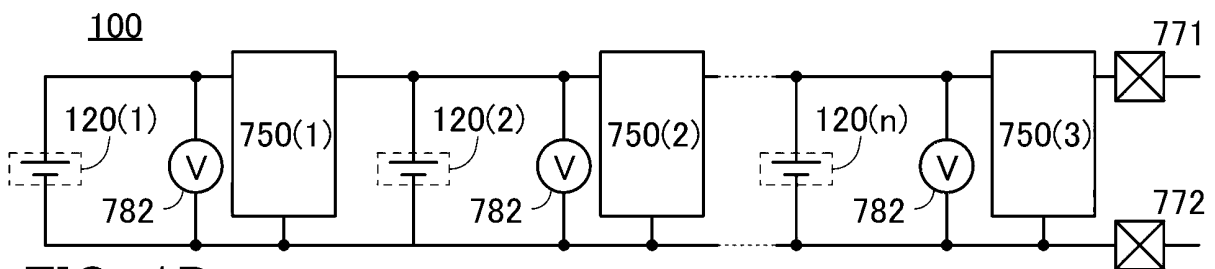


FIG. 1D

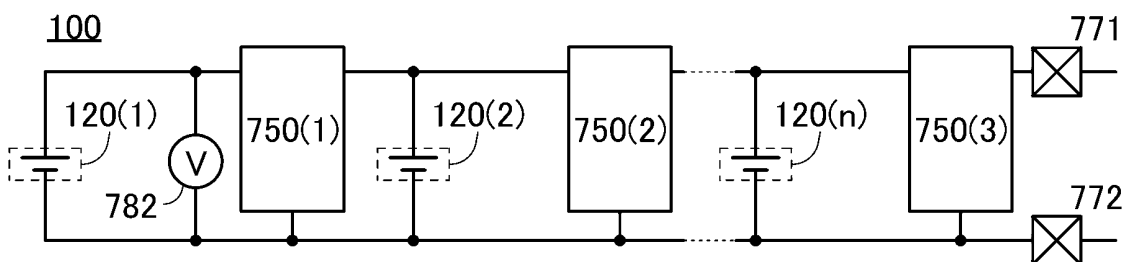


FIG. 2A

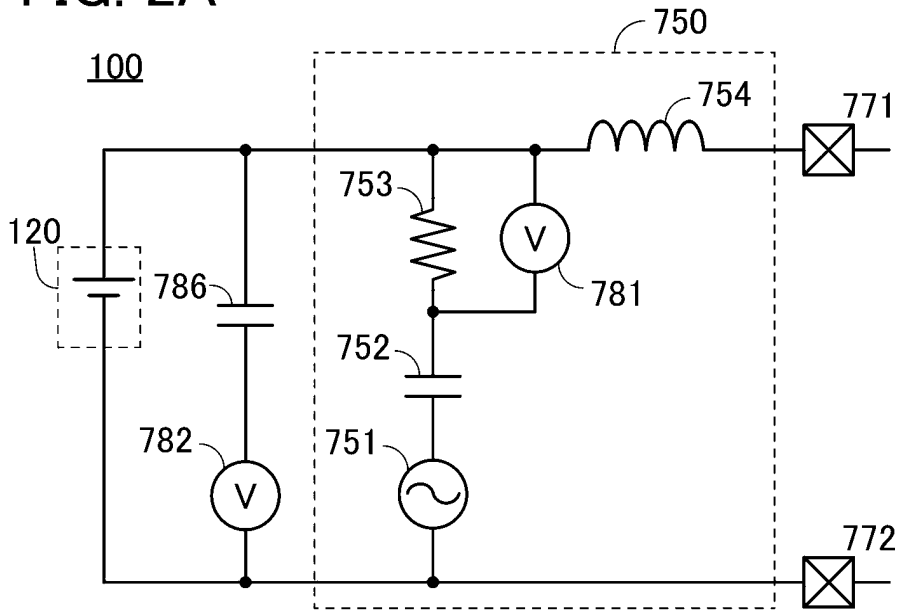


FIG. 2B

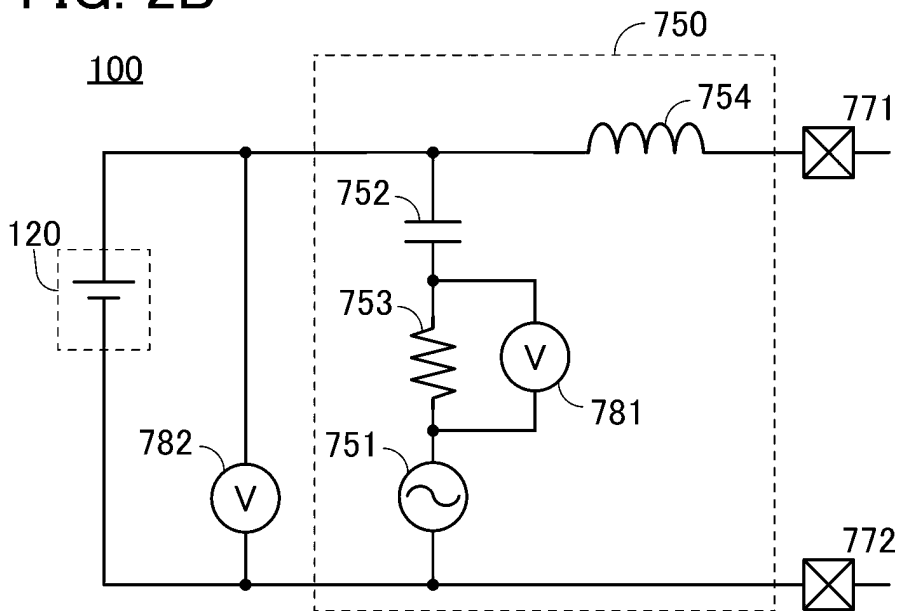


FIG. 3A

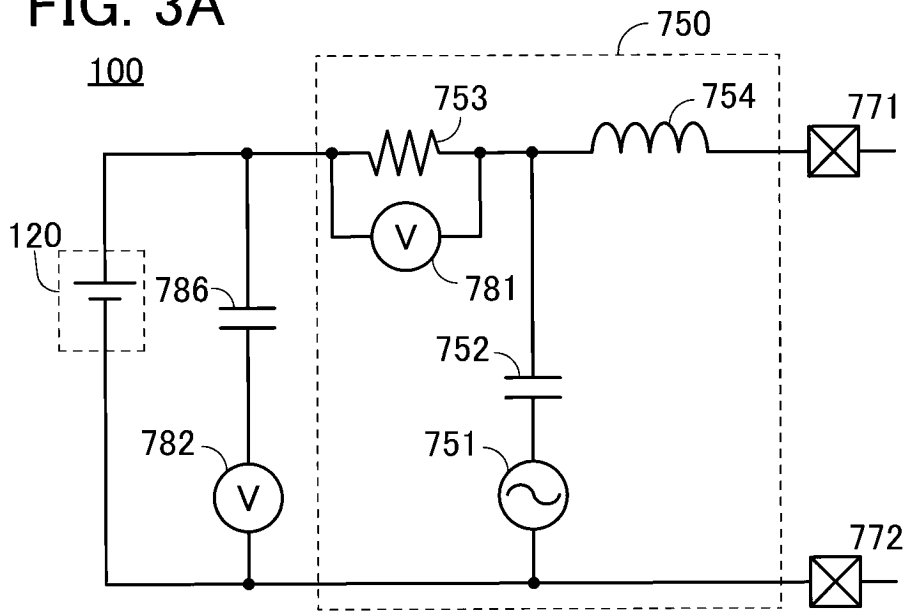


FIG. 3B

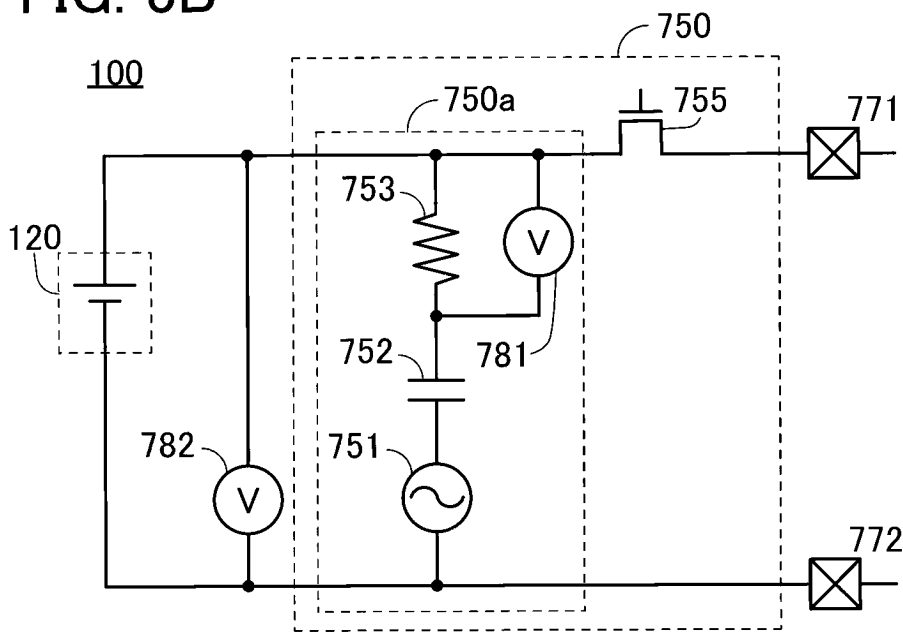


FIG. 3C

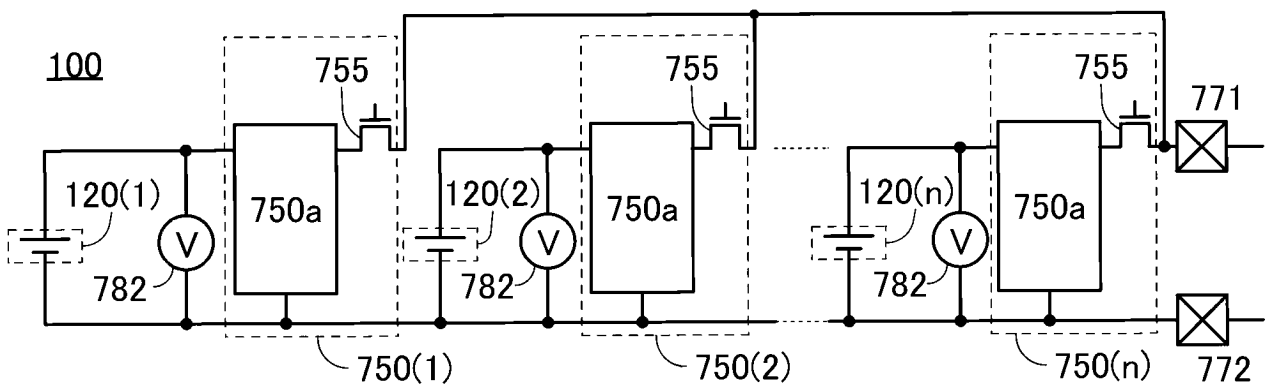


FIG. 4A

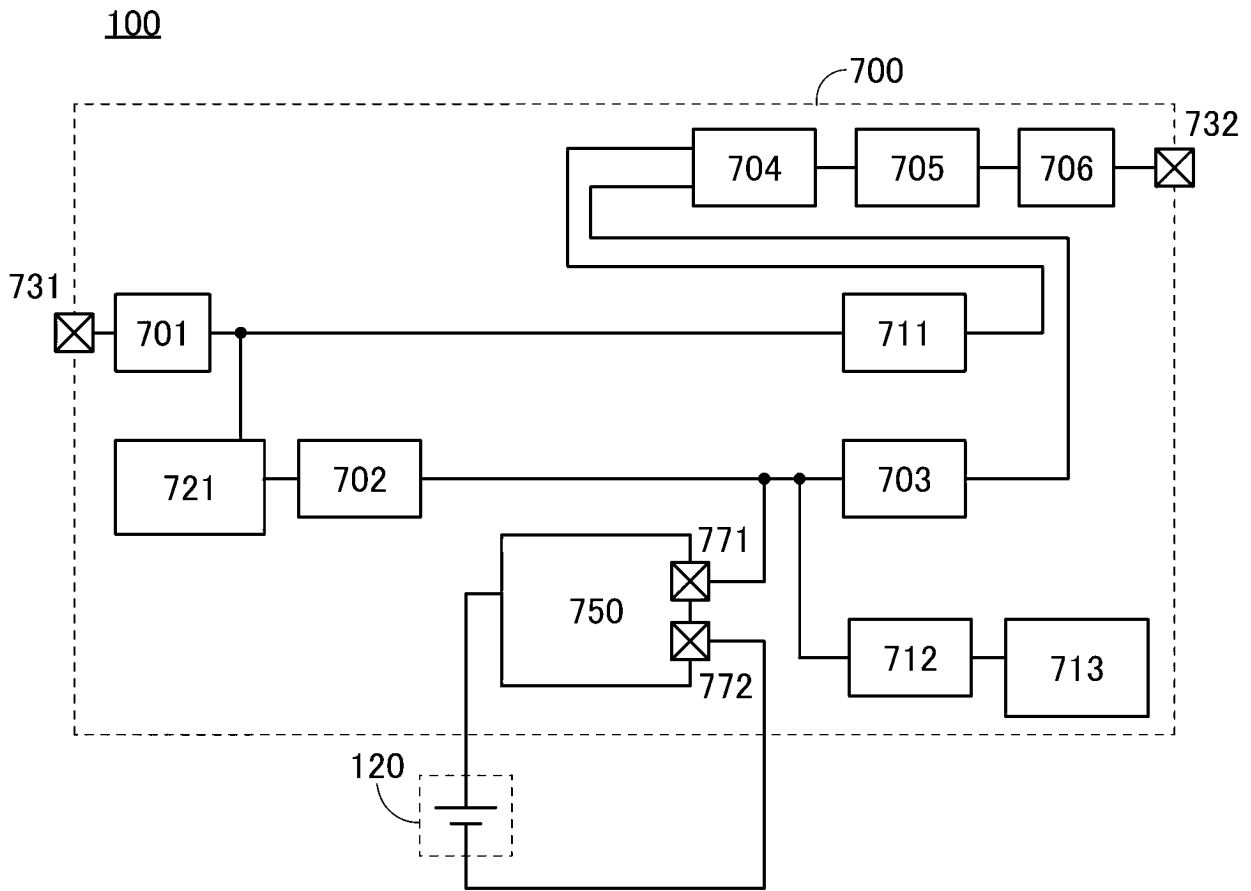


FIG. 4B

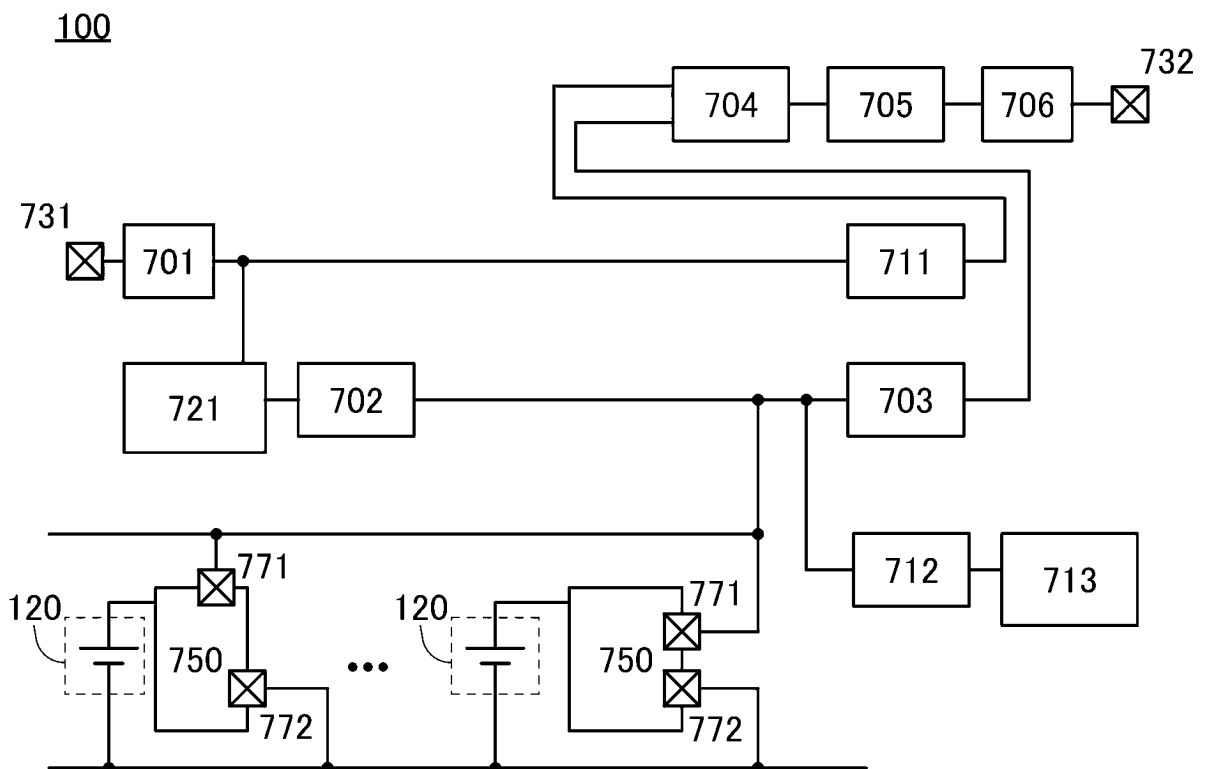


FIG. 5A

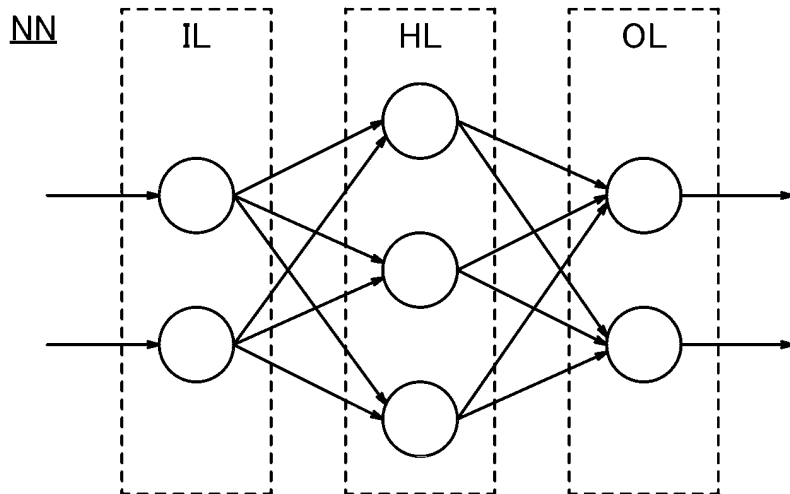


FIG. 5B

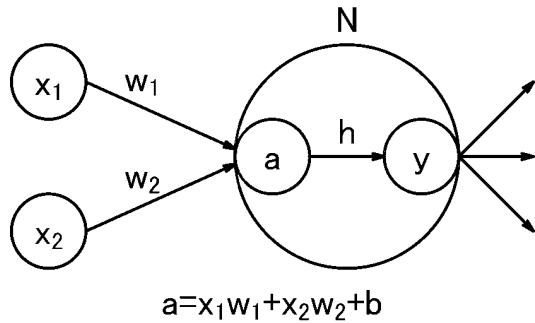


FIG. 5D

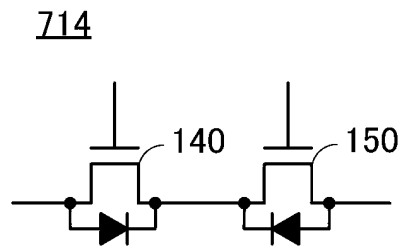


FIG. 5C

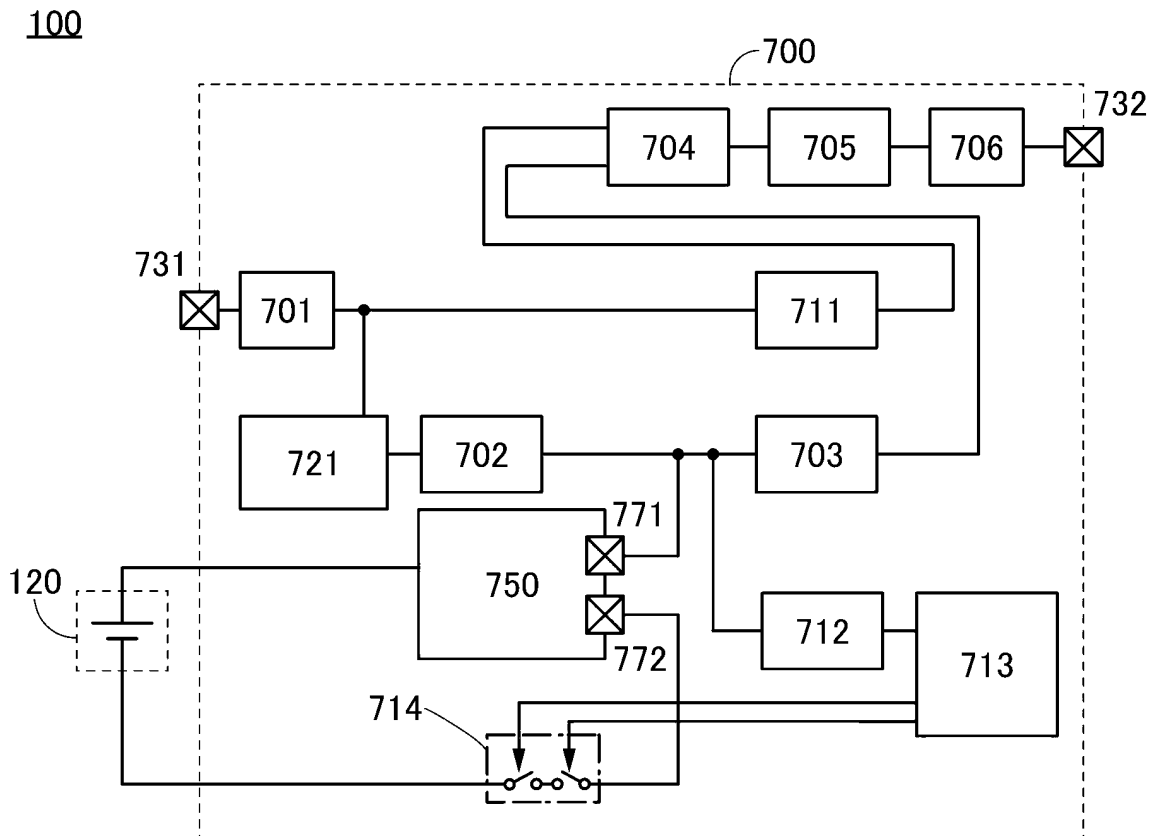


FIG. 6

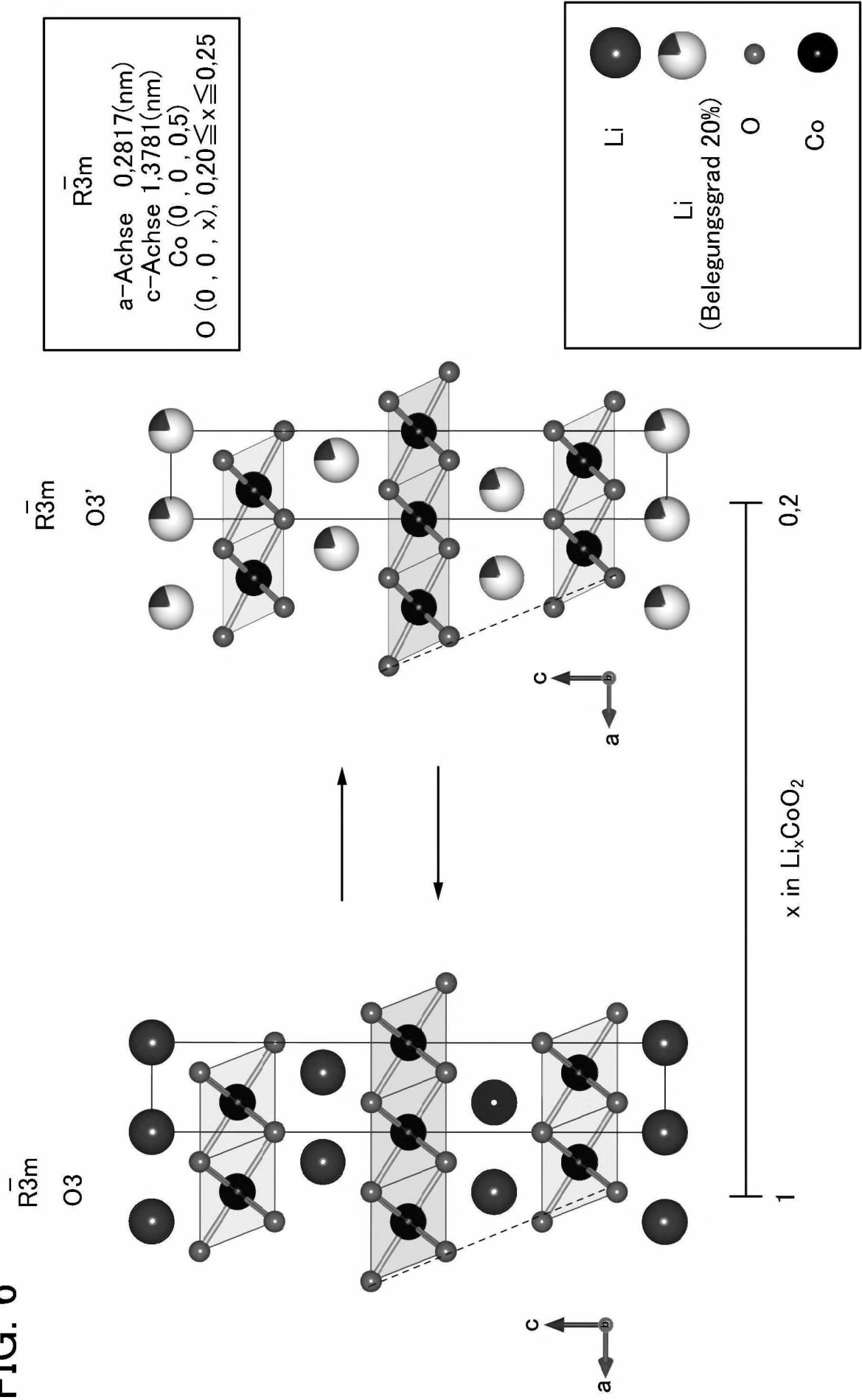


FIG. 7

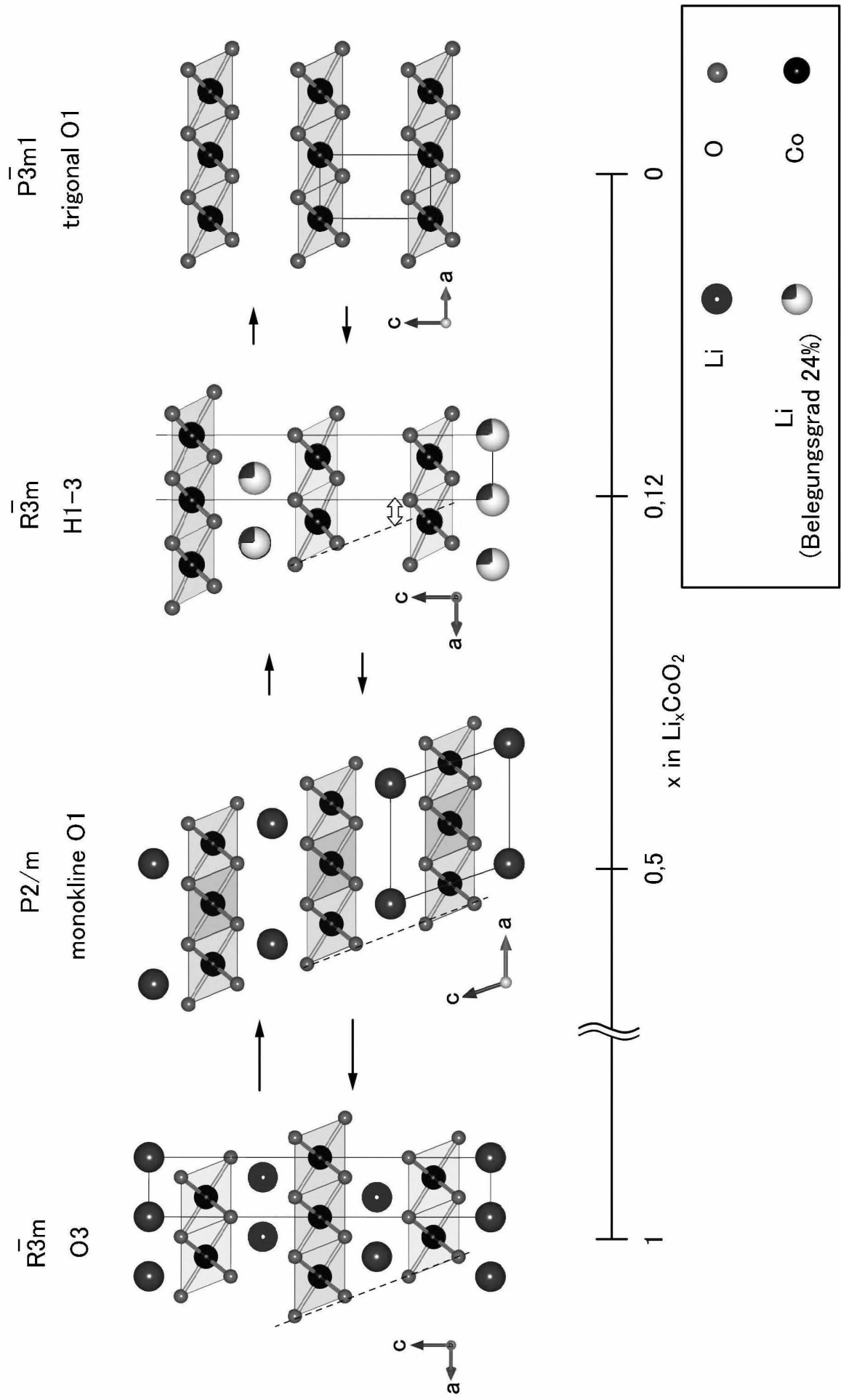


FIG. 8A

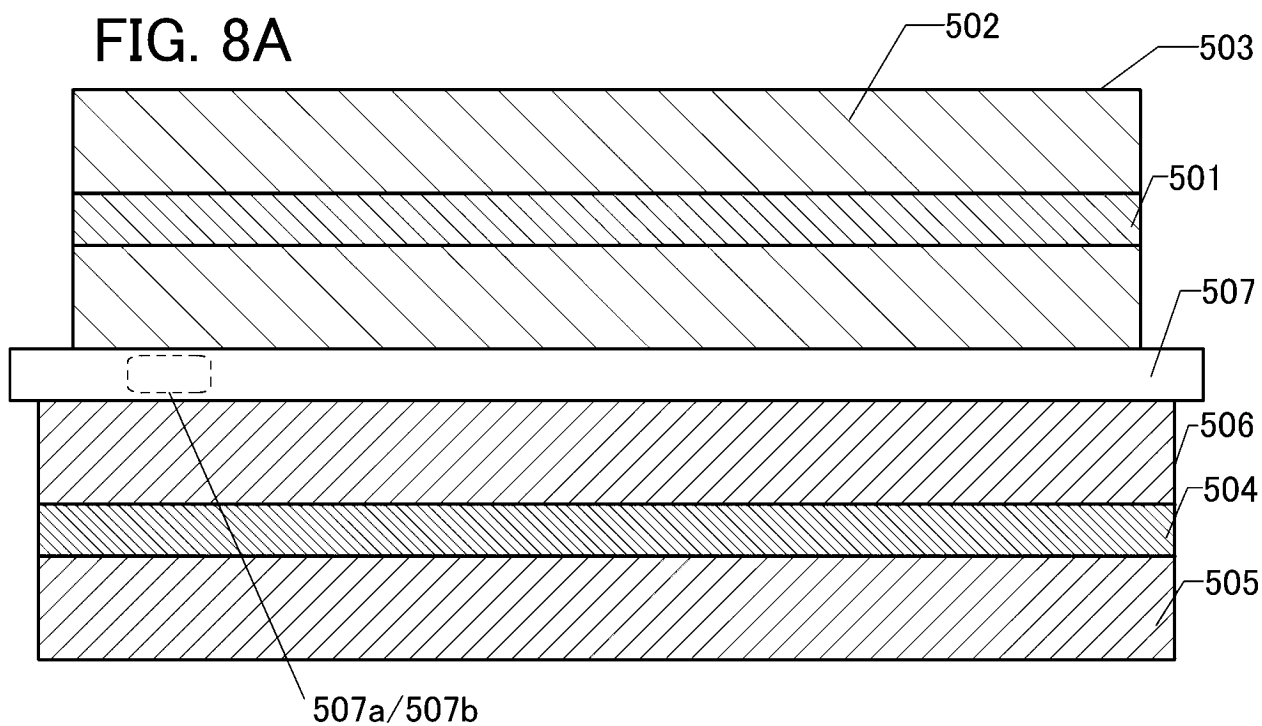


FIG. 8B

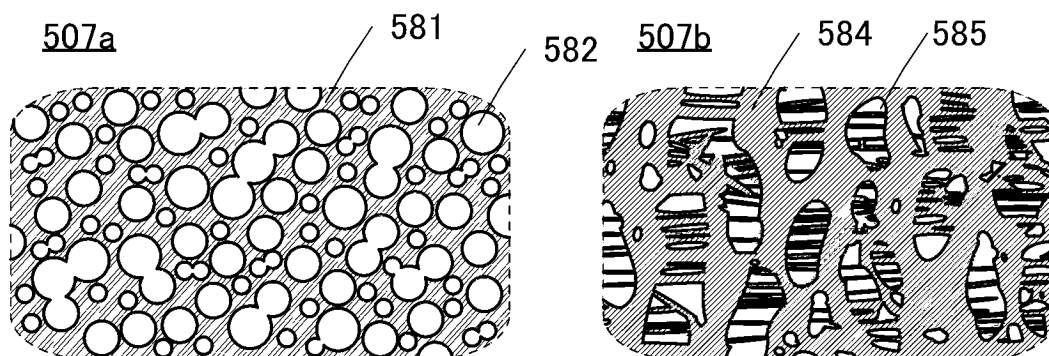


FIG. 9A

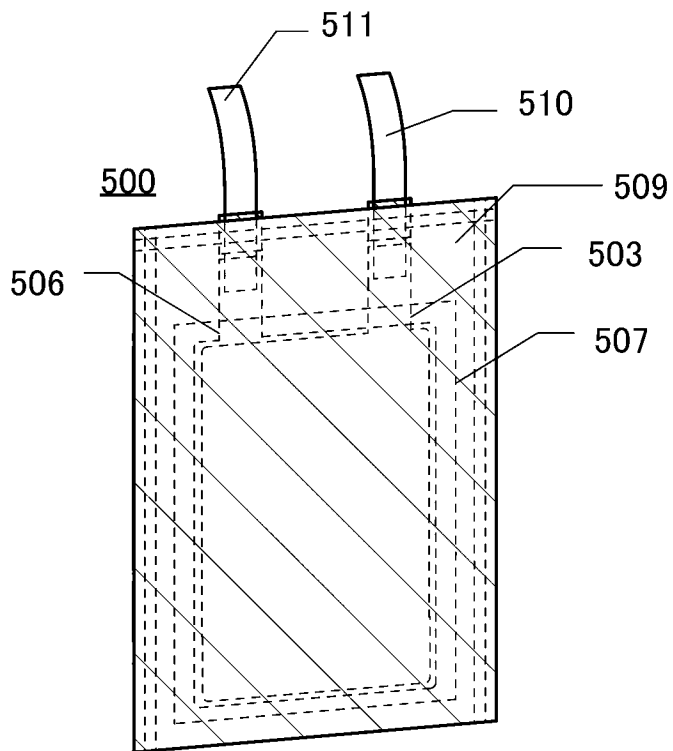


FIG. 9B

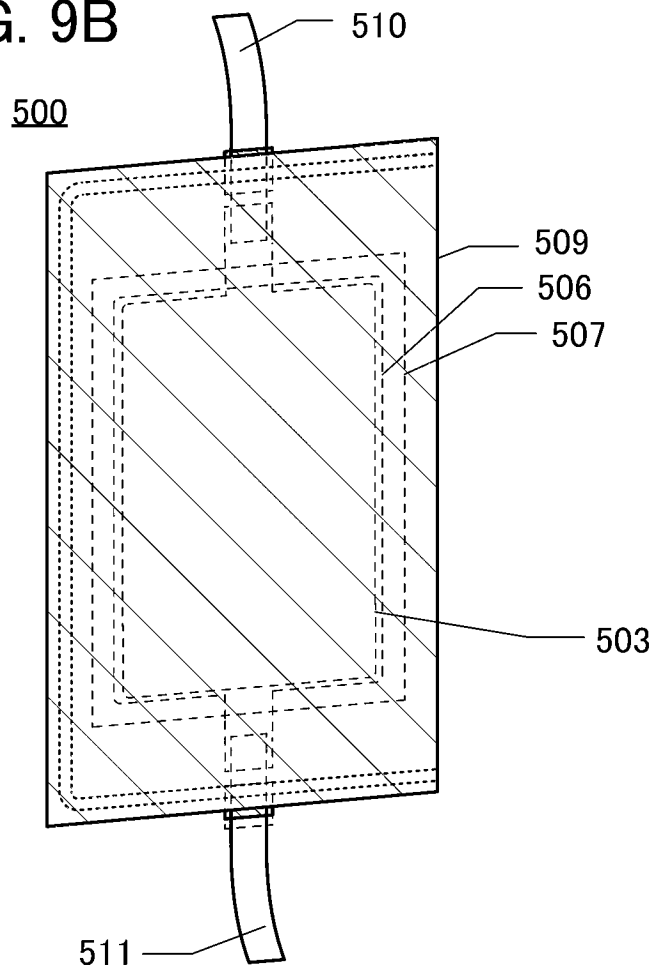


FIG. 10A

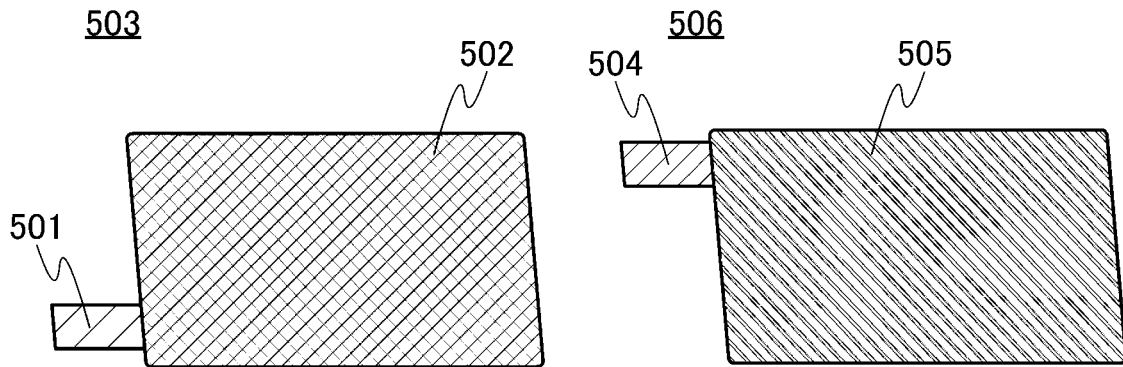


FIG. 10B

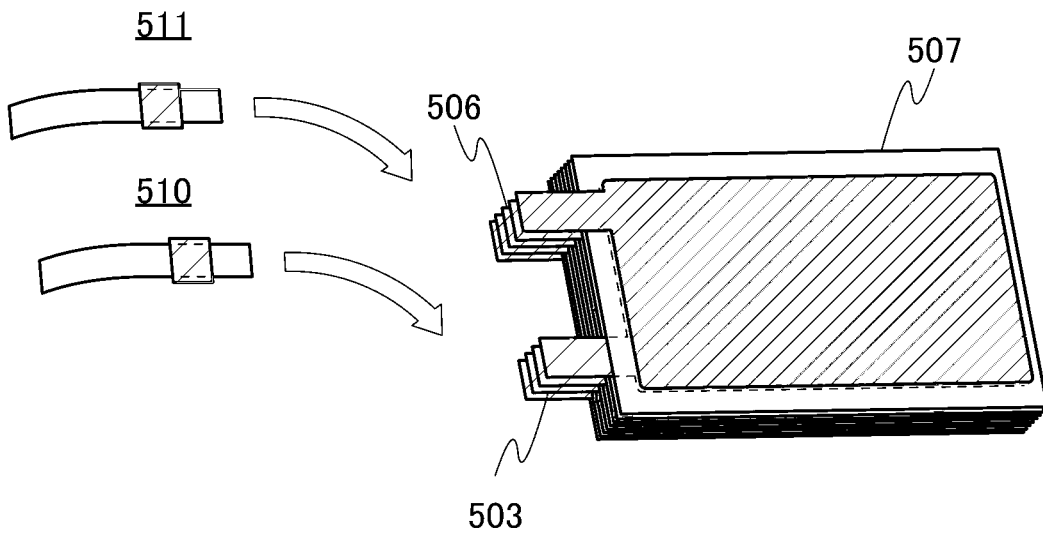


FIG. 11A

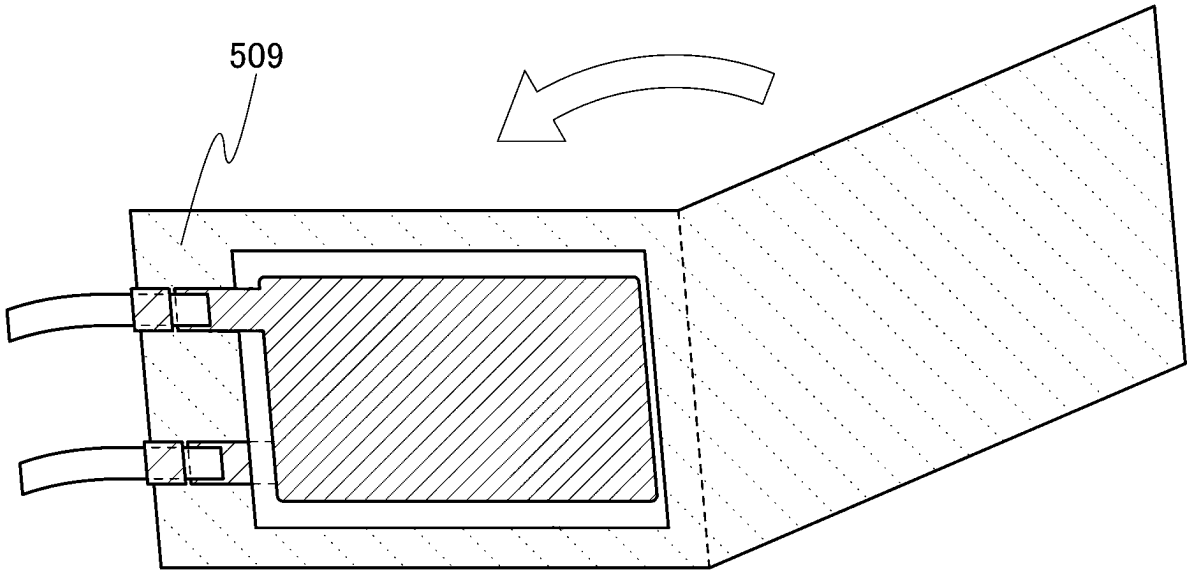


FIG. 11B

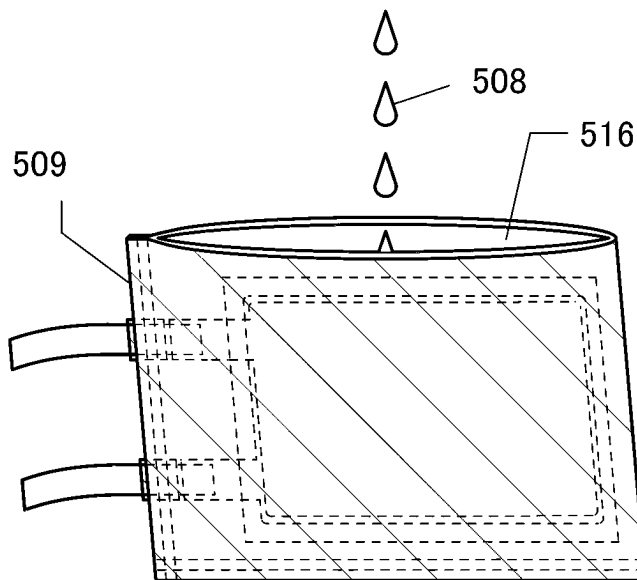


FIG. 12A

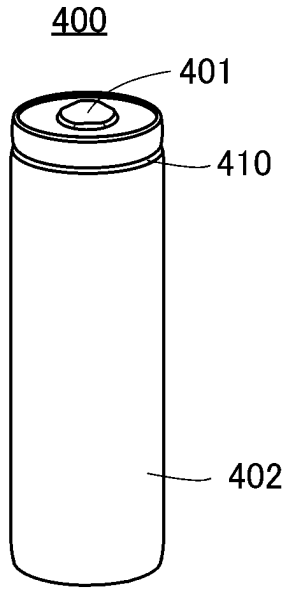


FIG. 12B

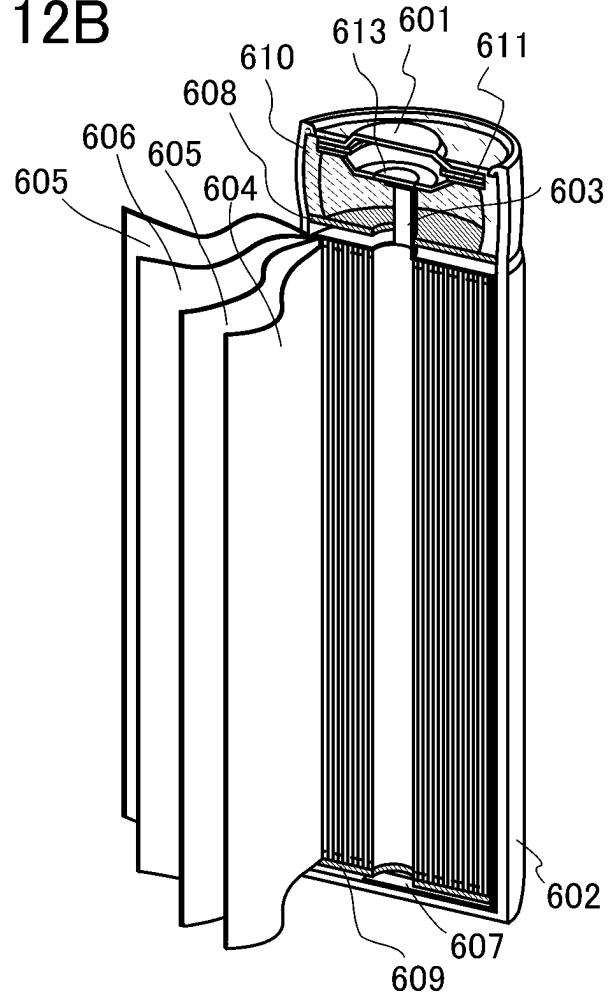


FIG. 12C

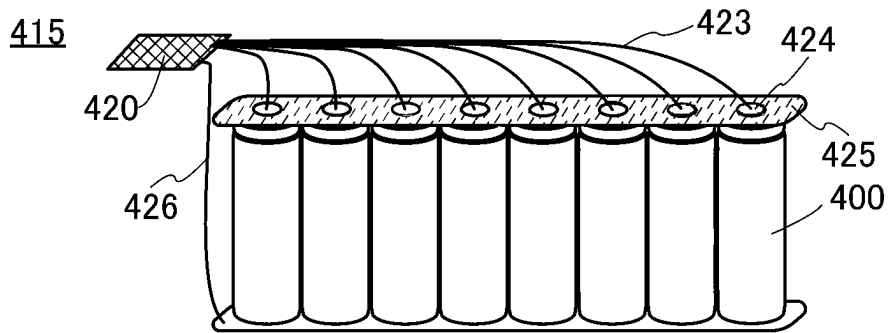


FIG. 12D

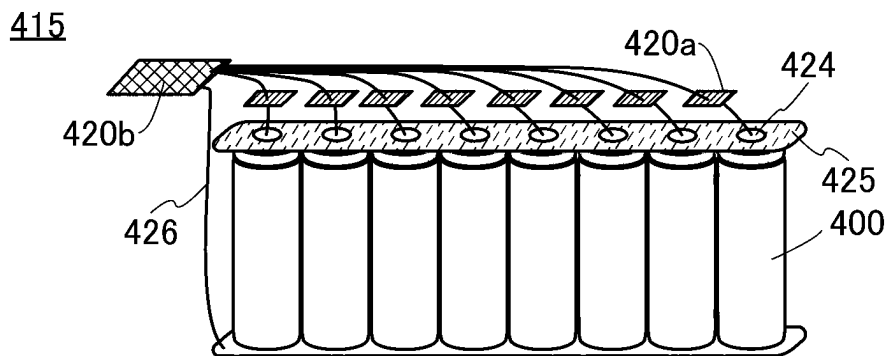


FIG. 13A

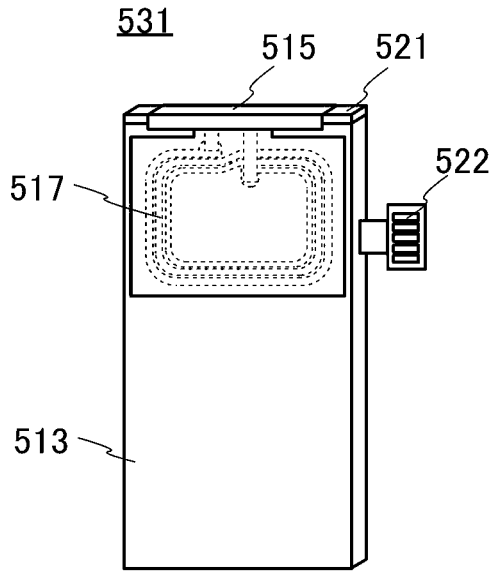


FIG. 13B

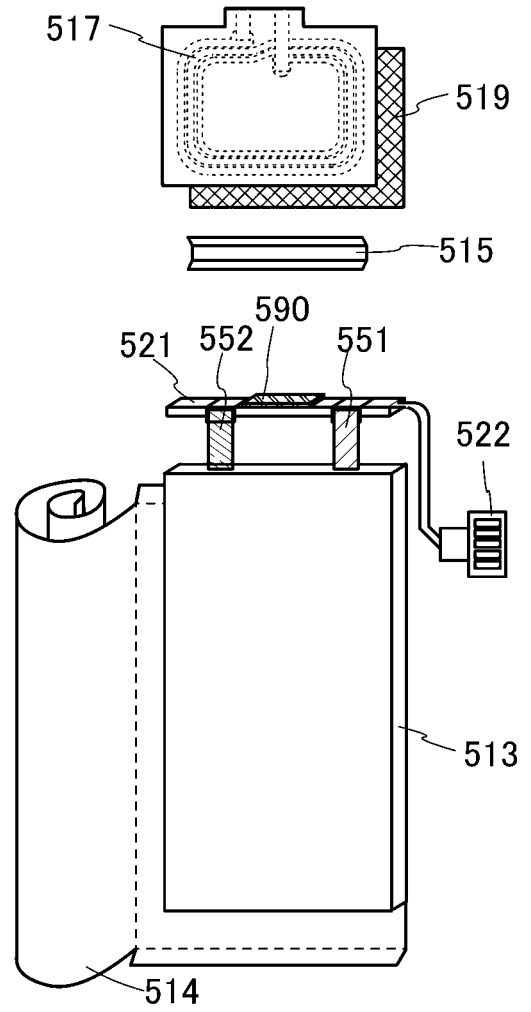


FIG. 13C

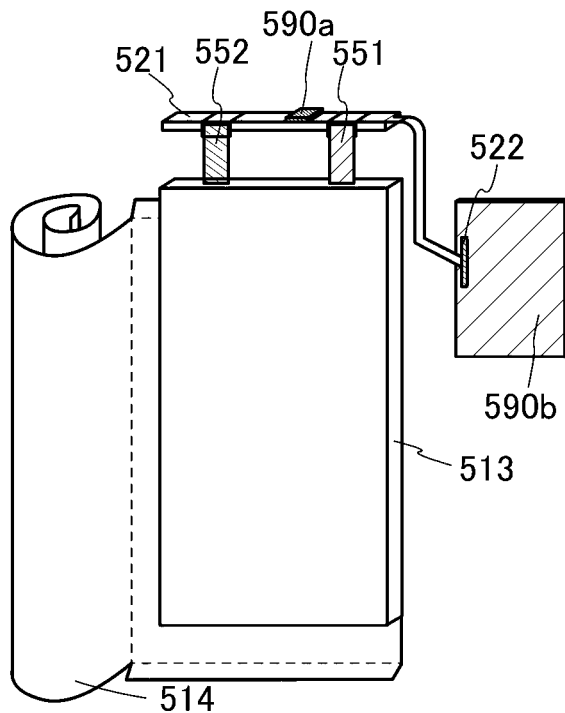


FIG. 14

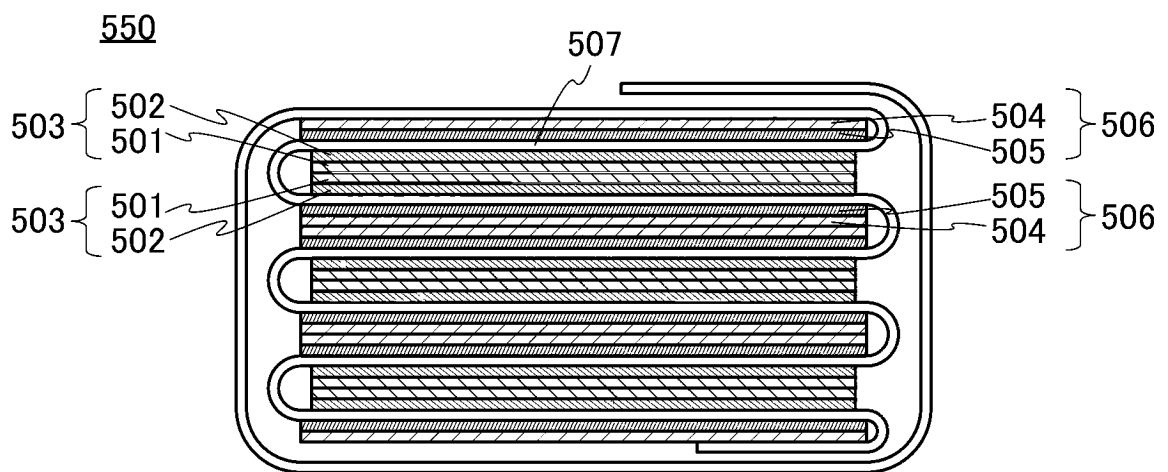


FIG. 15A

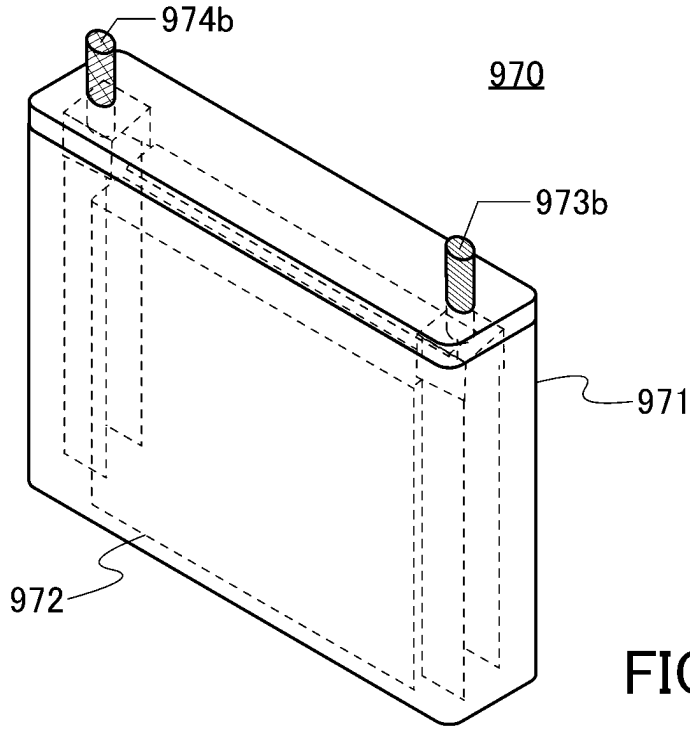


FIG. 15B

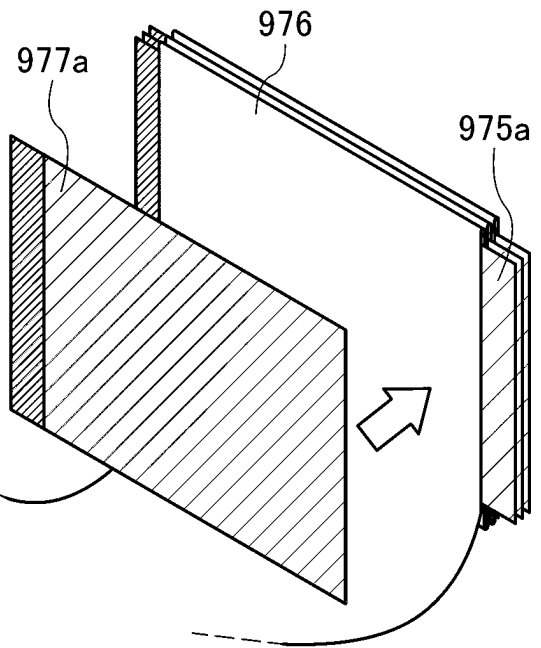


FIG. 15C

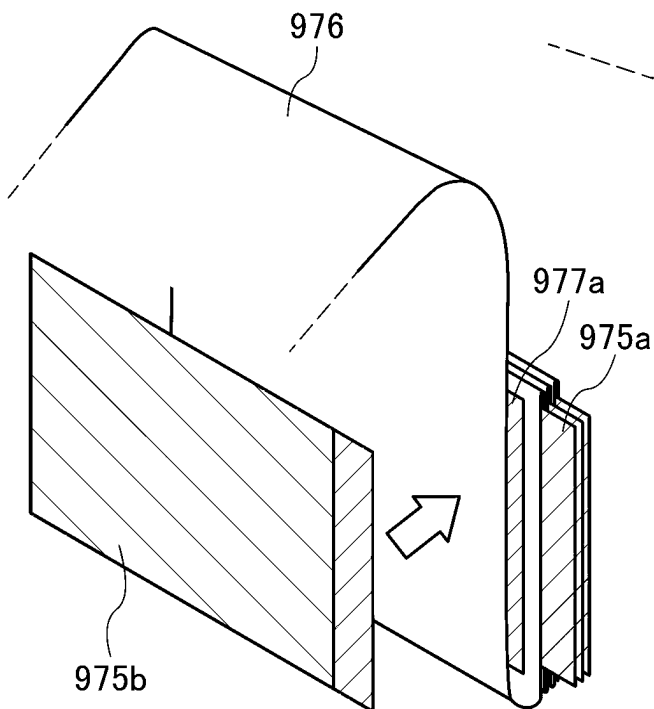


FIG. 16A

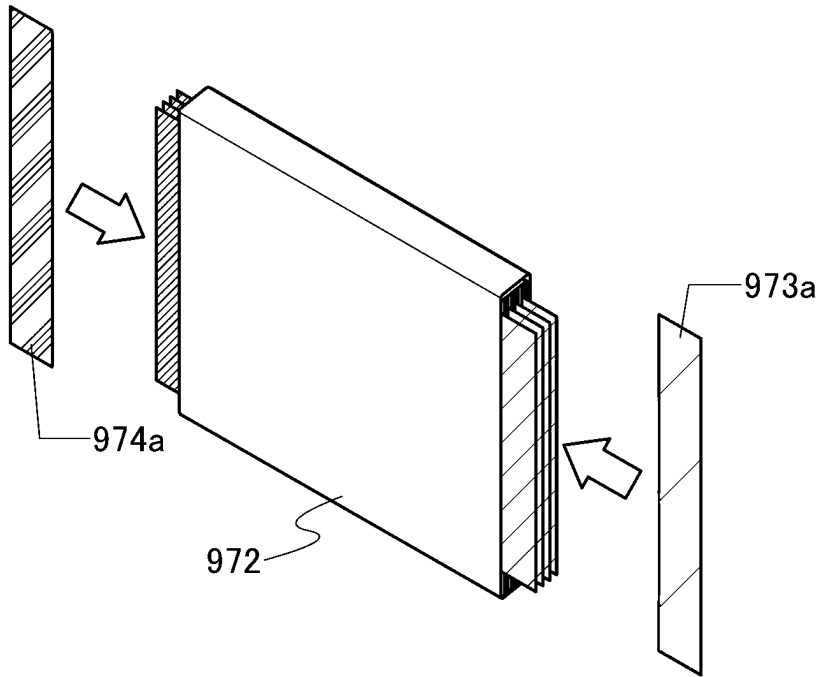


FIG. 16B

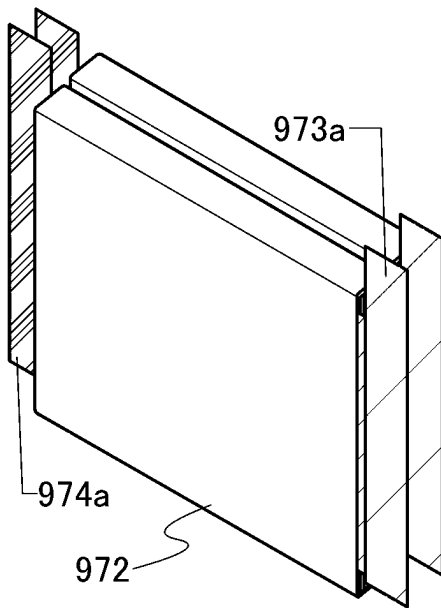


FIG. 16C

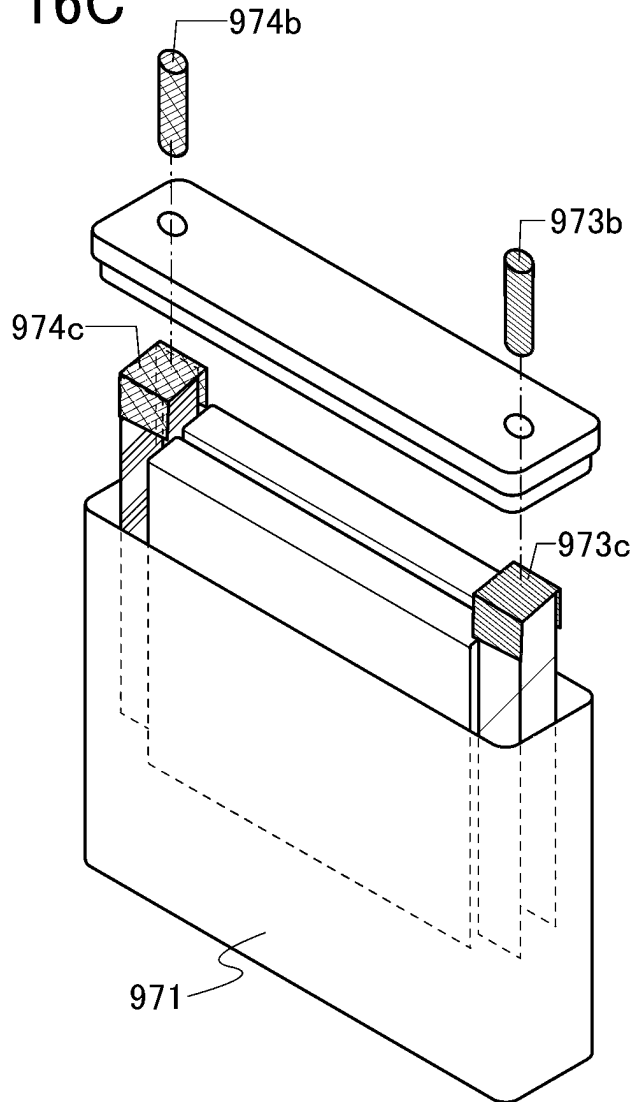


FIG. 17A

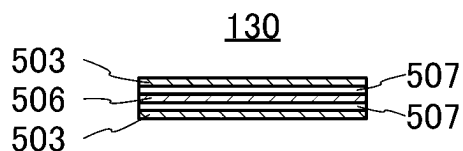


FIG. 17B

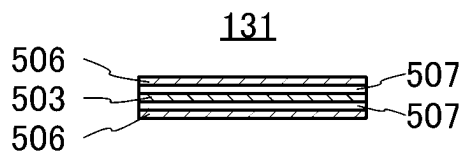


FIG. 17C

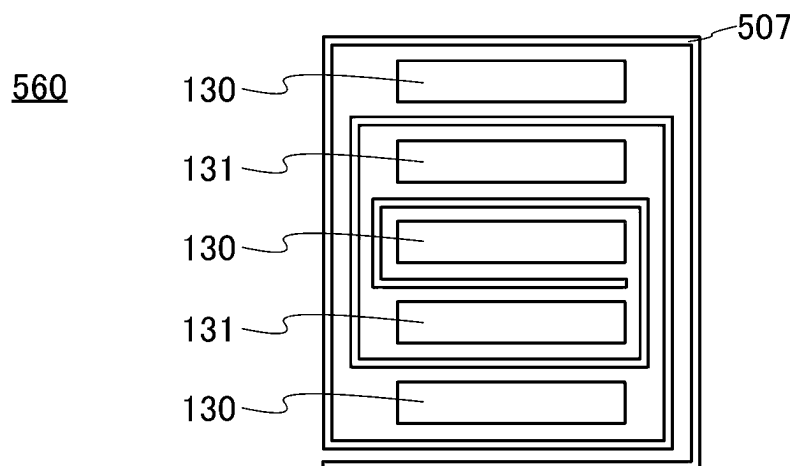


FIG. 18A

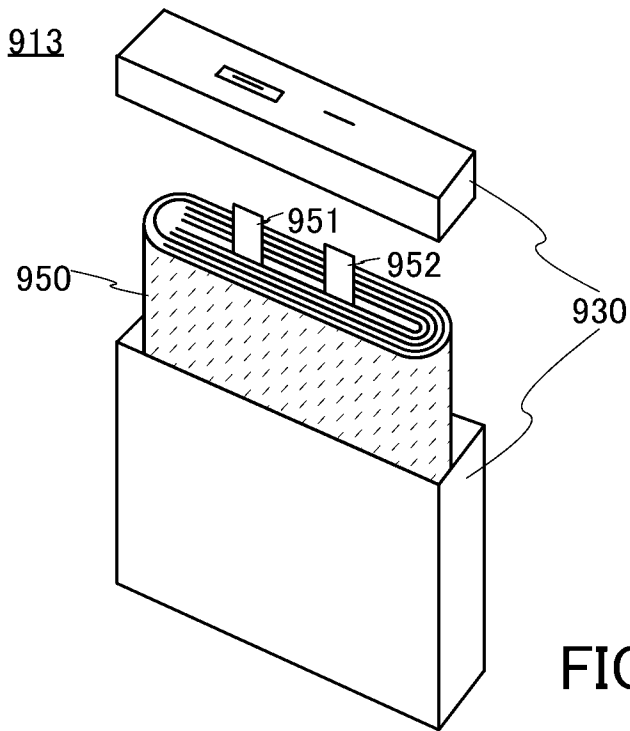


FIG. 18B

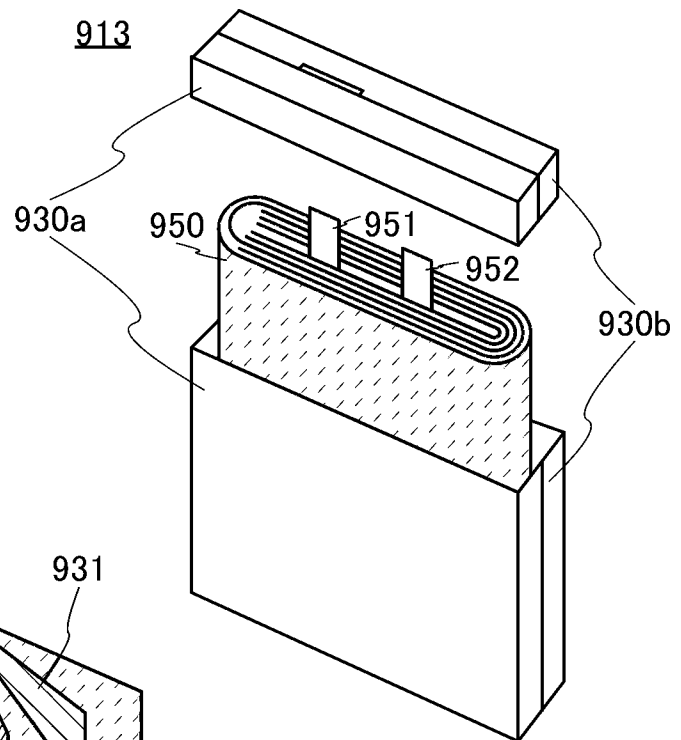


FIG. 18C

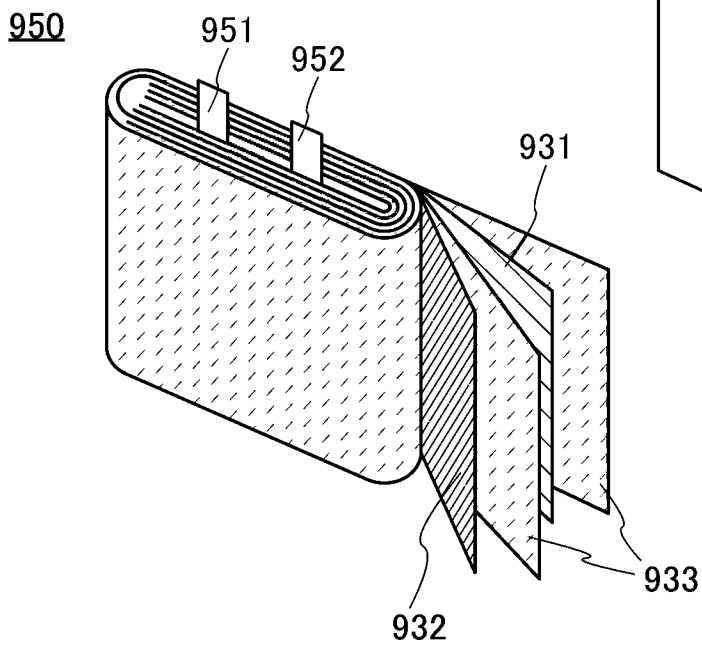


FIG. 19A

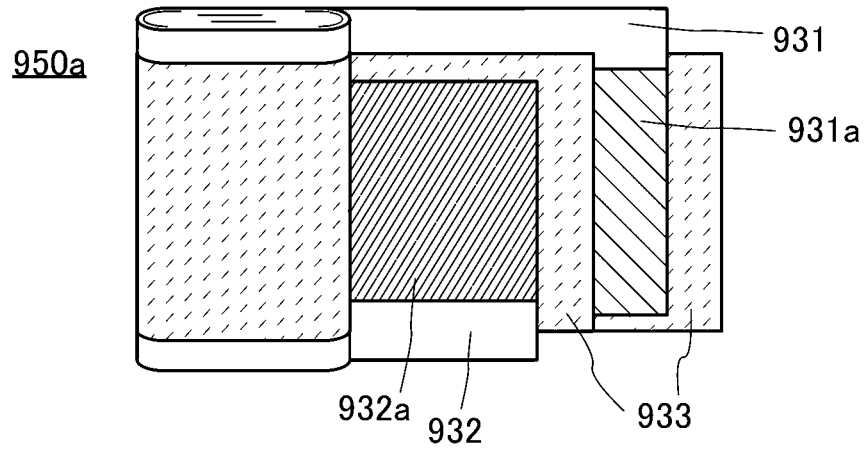


FIG. 19B

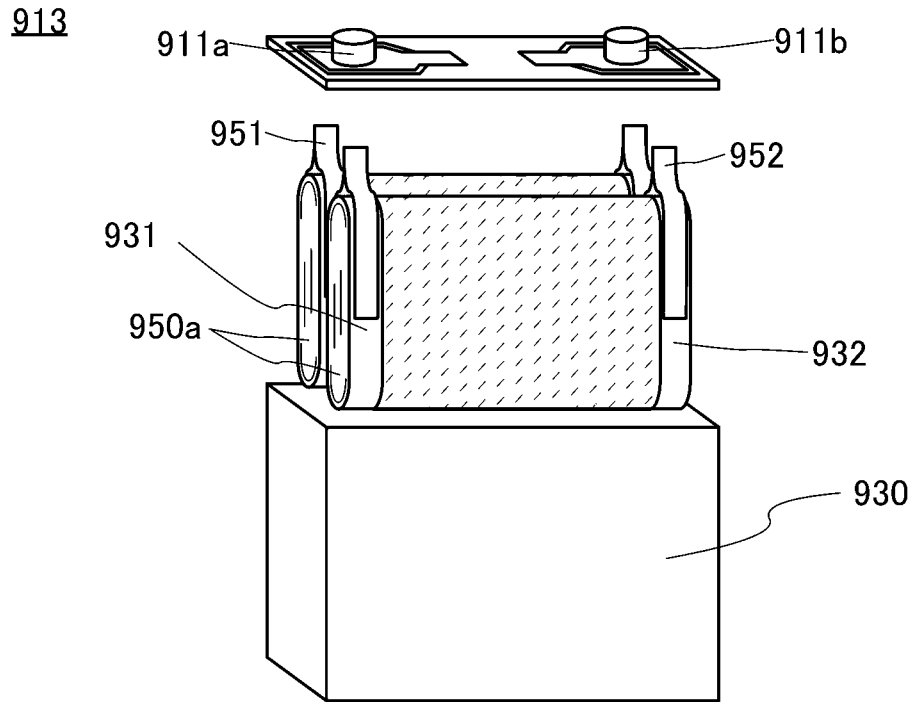


FIG. 19C

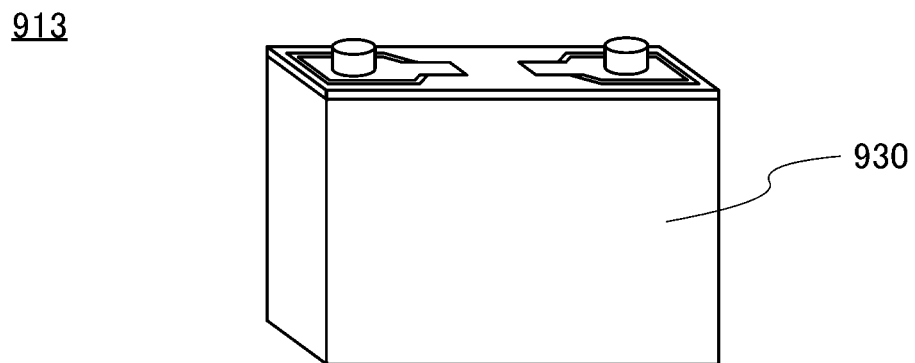


FIG. 20A

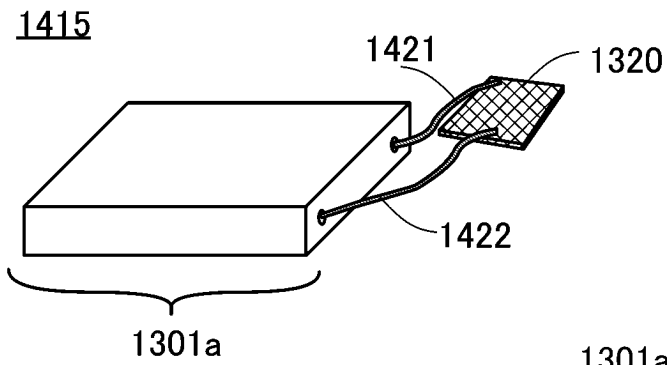


FIG. 20B

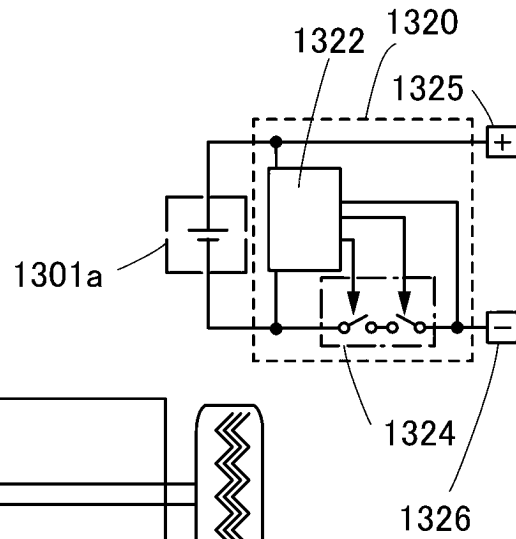


FIG. 20C

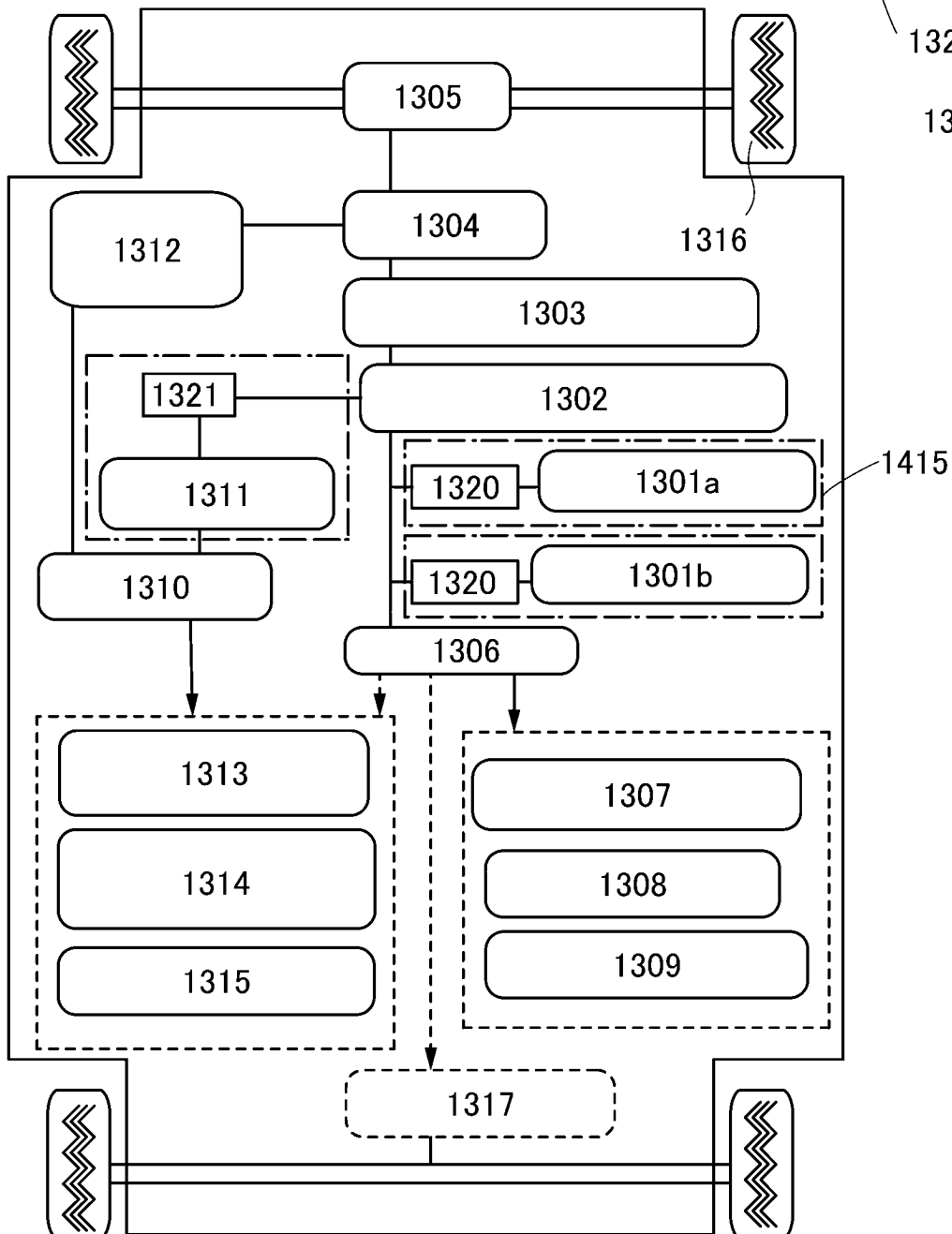
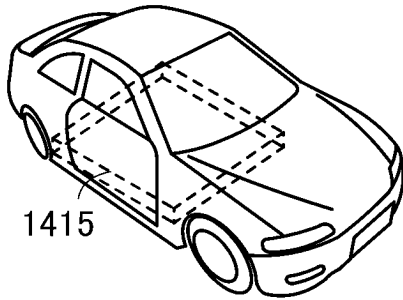


FIG. 21A

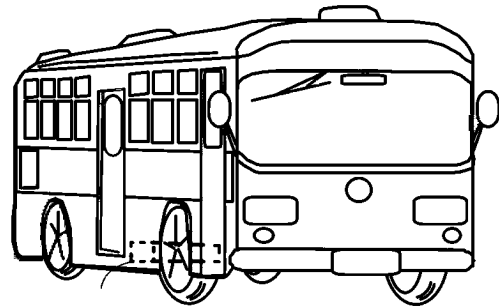
2001



1415

FIG. 21B

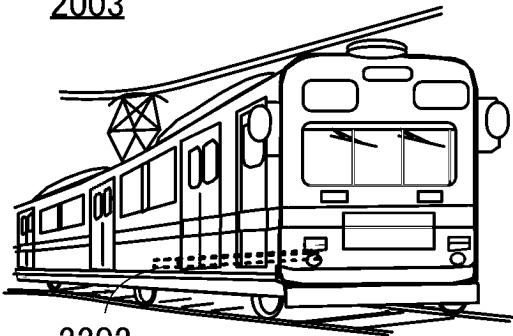
2002



2201

FIG. 21C

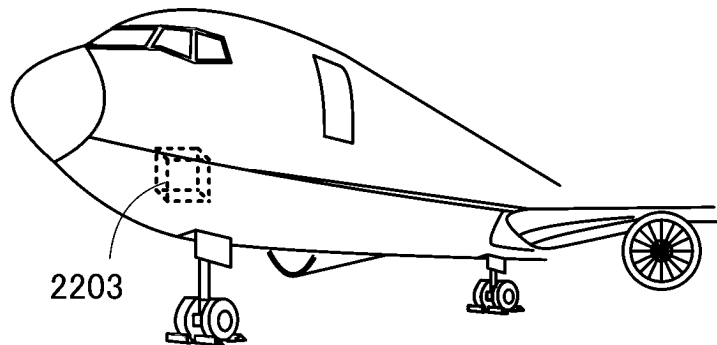
2003



2202

FIG. 21D

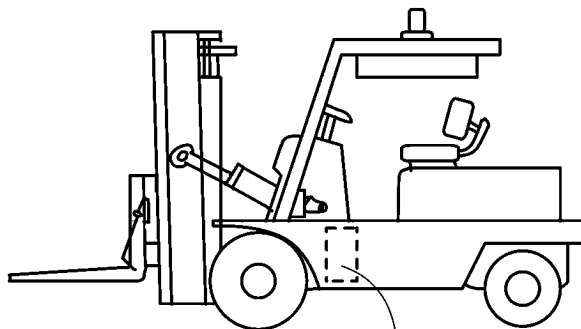
2004



2203

FIG. 21E

2005



2204

FIG. 22A

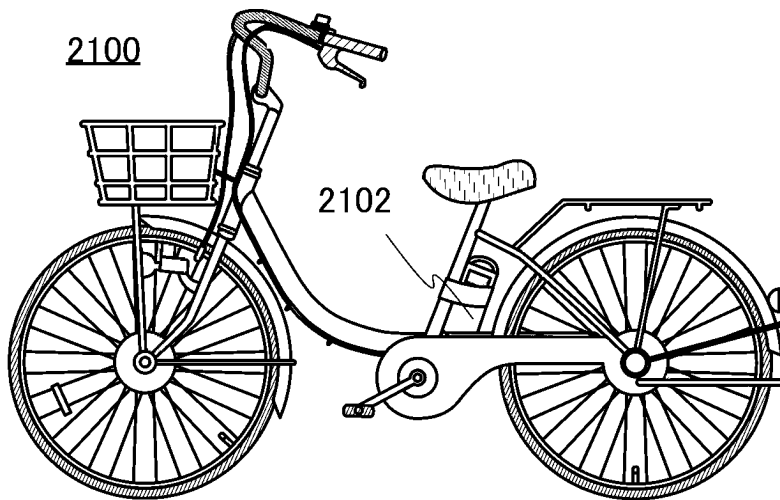


FIG. 22B

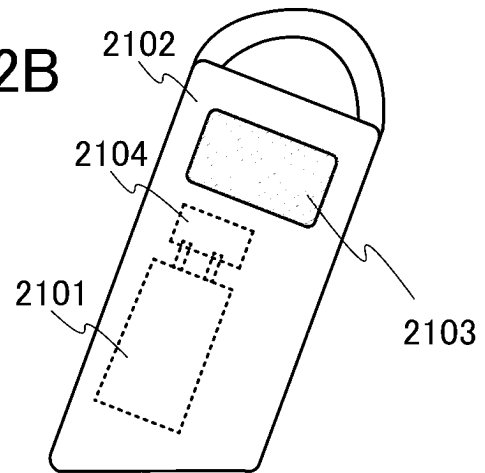


FIG. 22C

2300

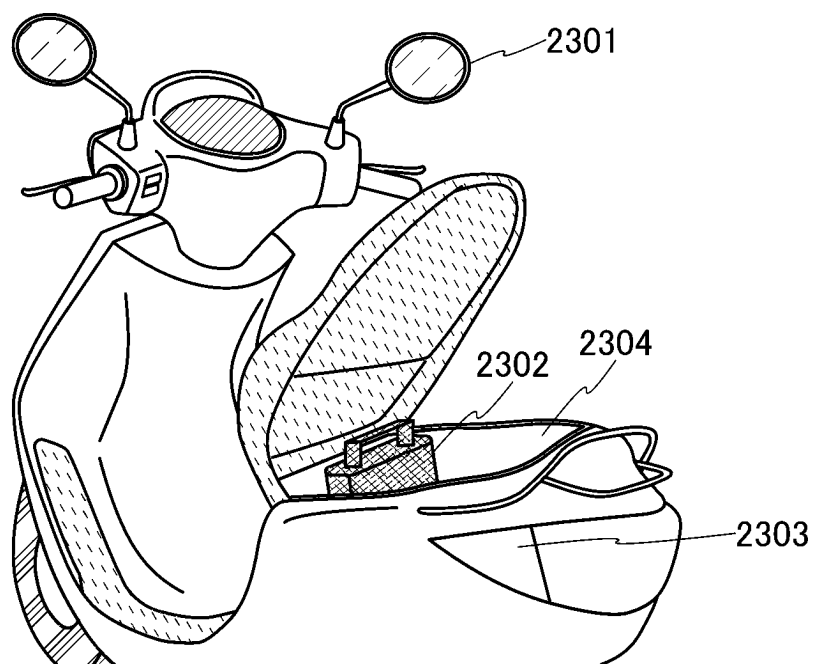


FIG. 23A

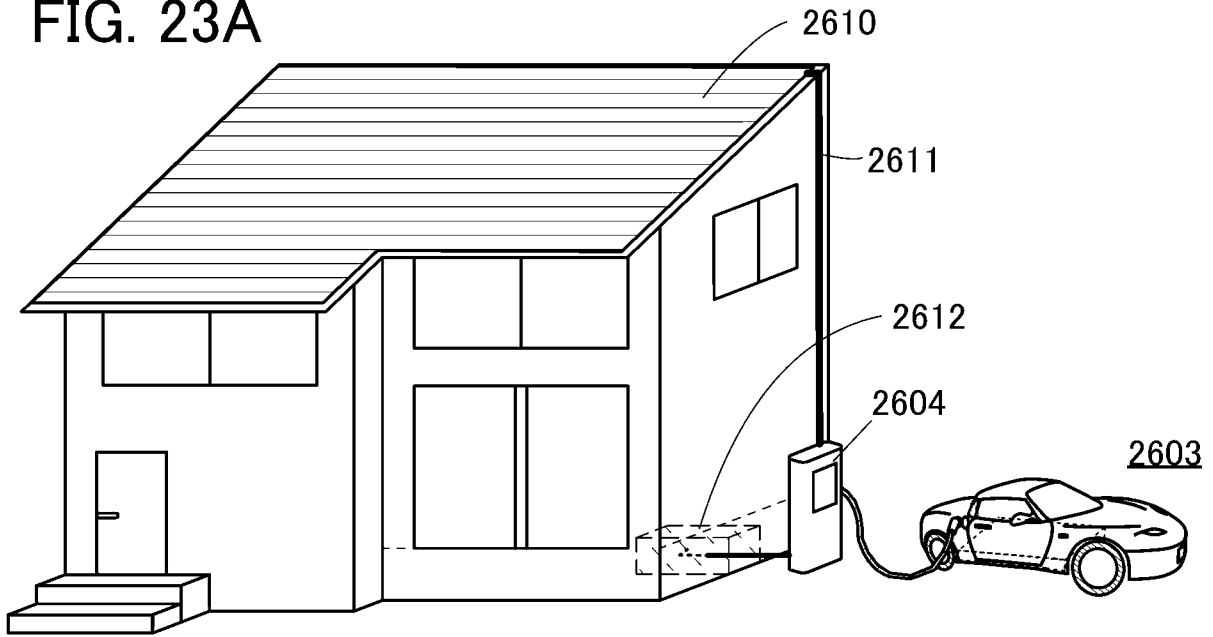


FIG. 23B

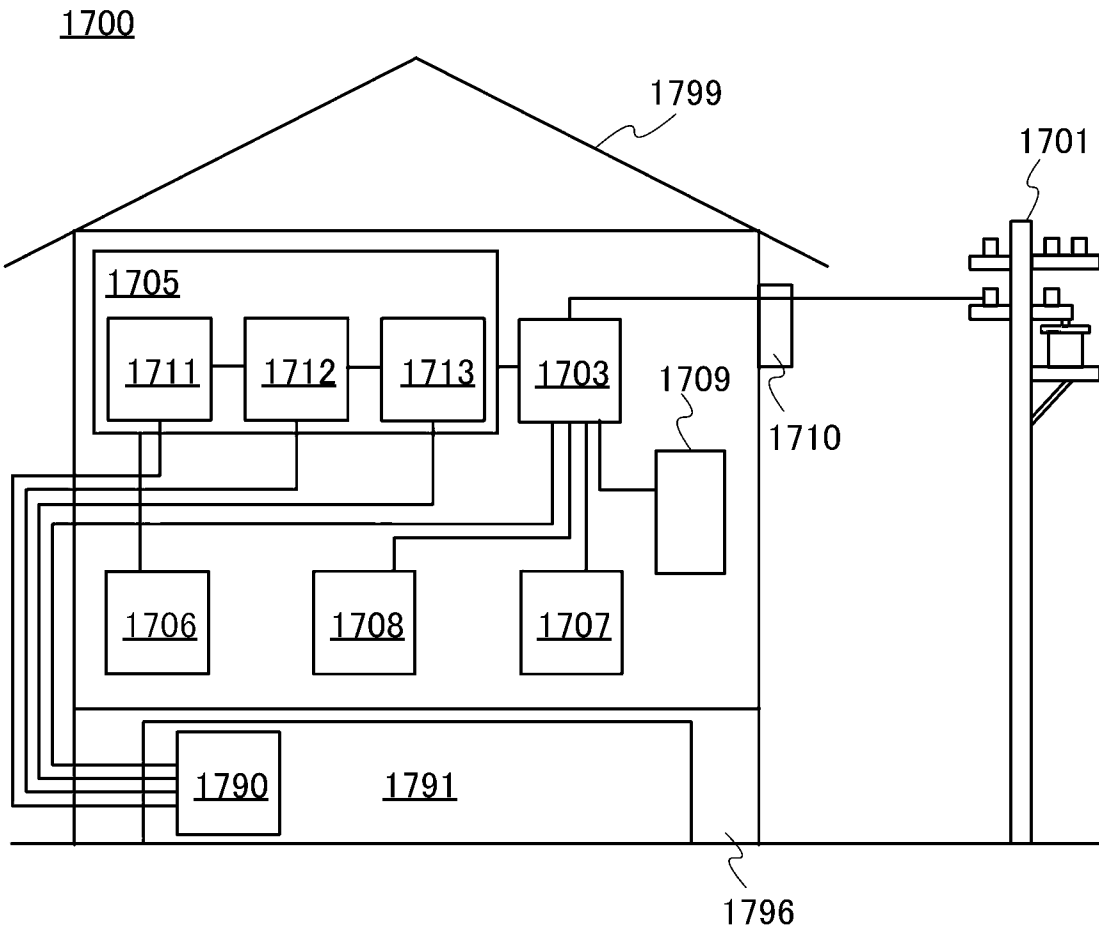


FIG. 24A

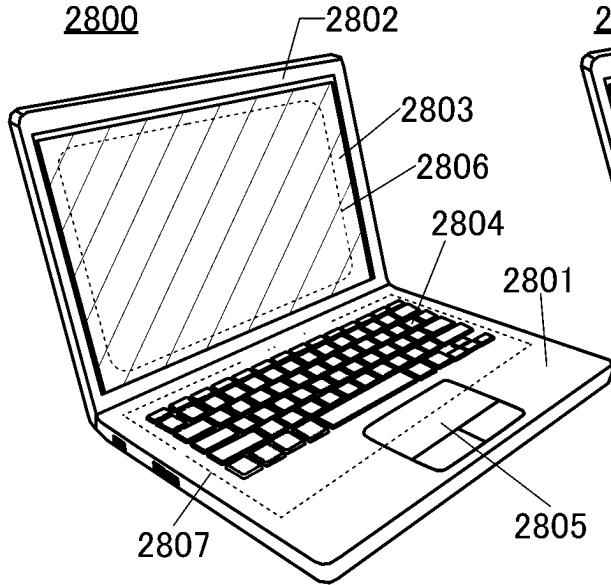


FIG. 24B

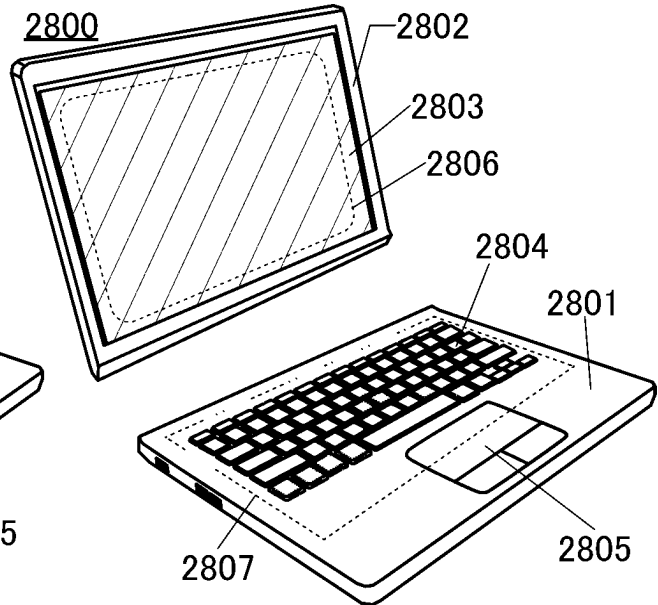


FIG. 24C

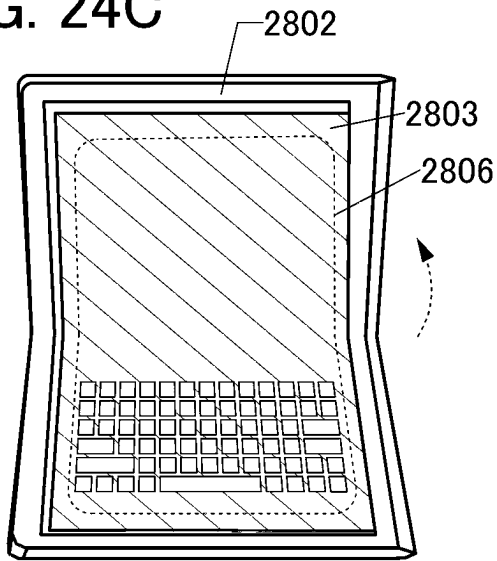


FIG. 24D

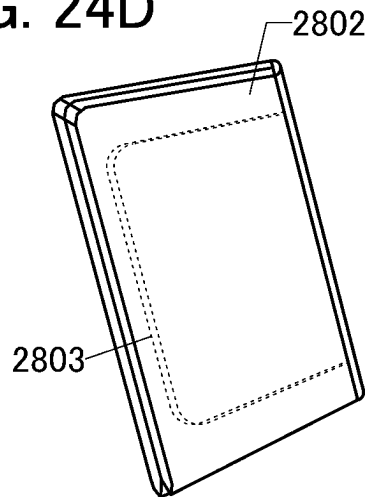


FIG. 24E

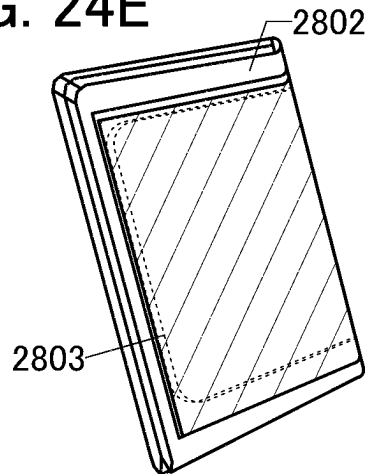


FIG. 25A

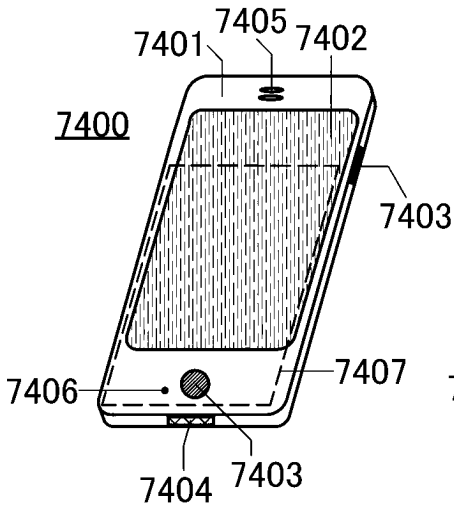


FIG. 25B

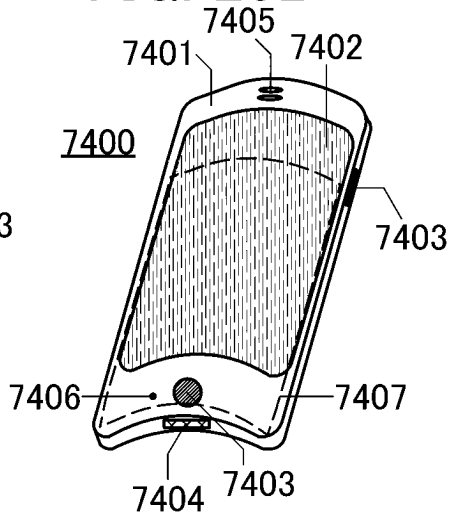


FIG. 25C

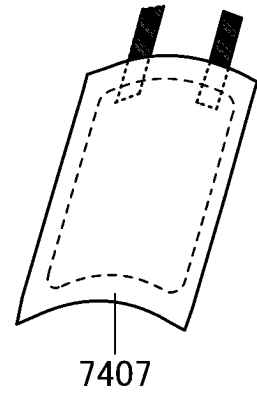


FIG. 25D

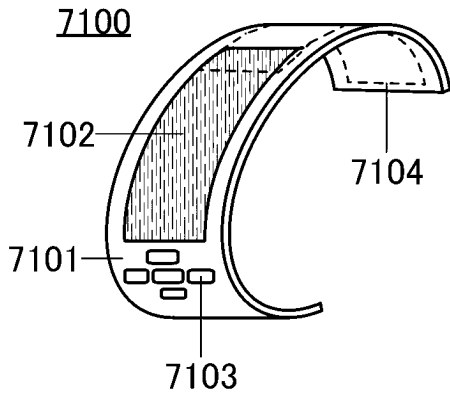


FIG. 25E

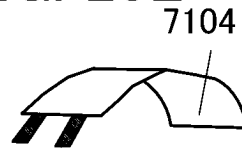


FIG. 25F

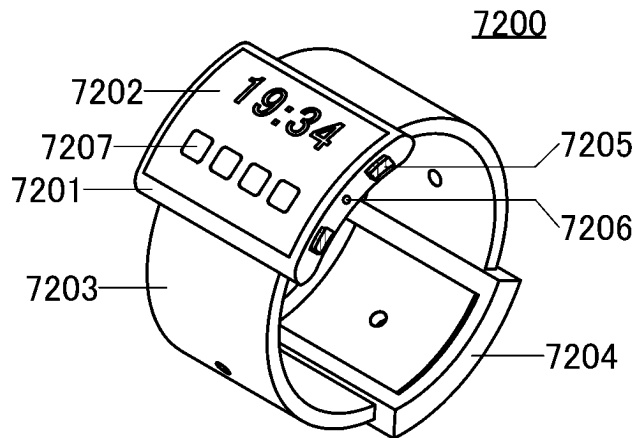


FIG. 25G

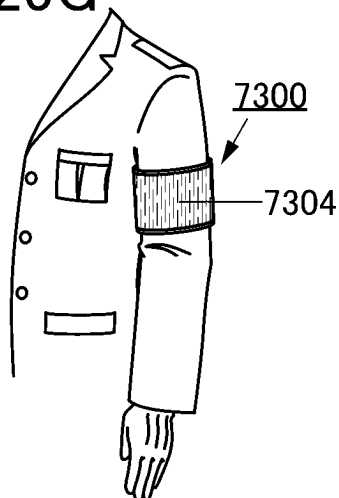


FIG. 25H

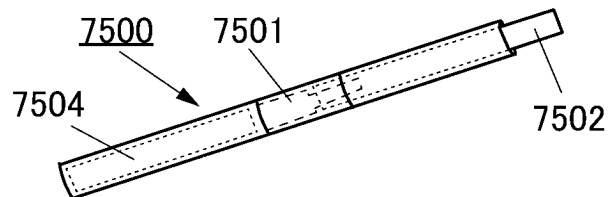


FIG. 26A

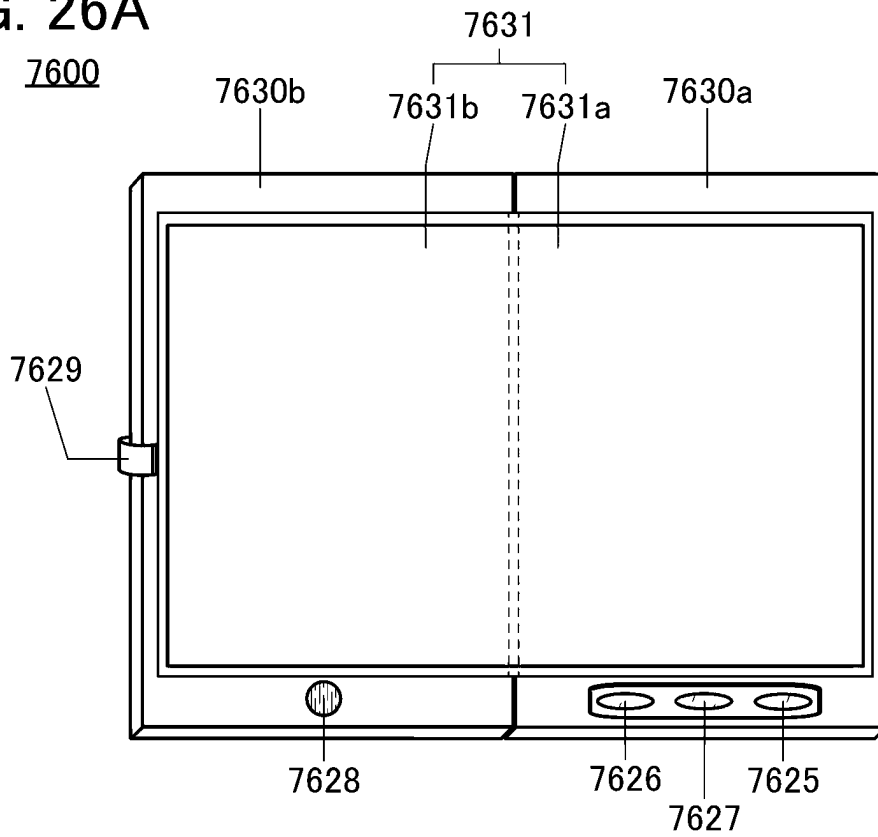


FIG. 26B

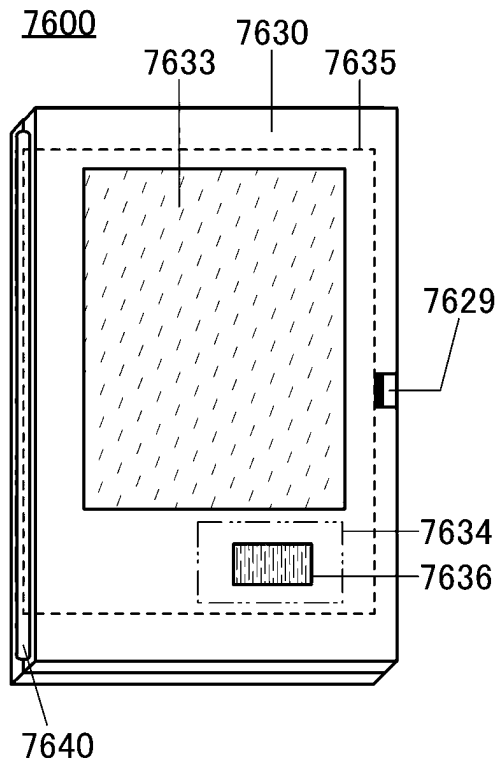


FIG. 26C

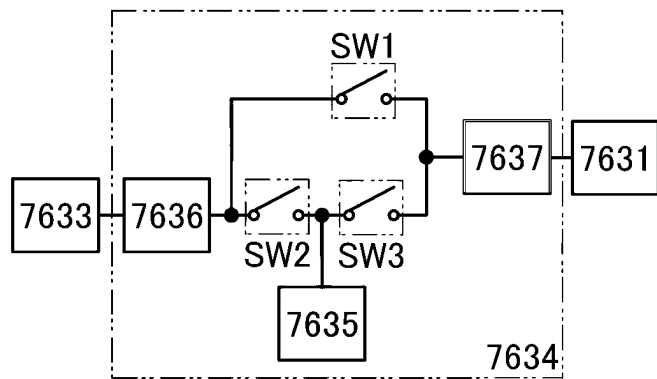


FIG. 27

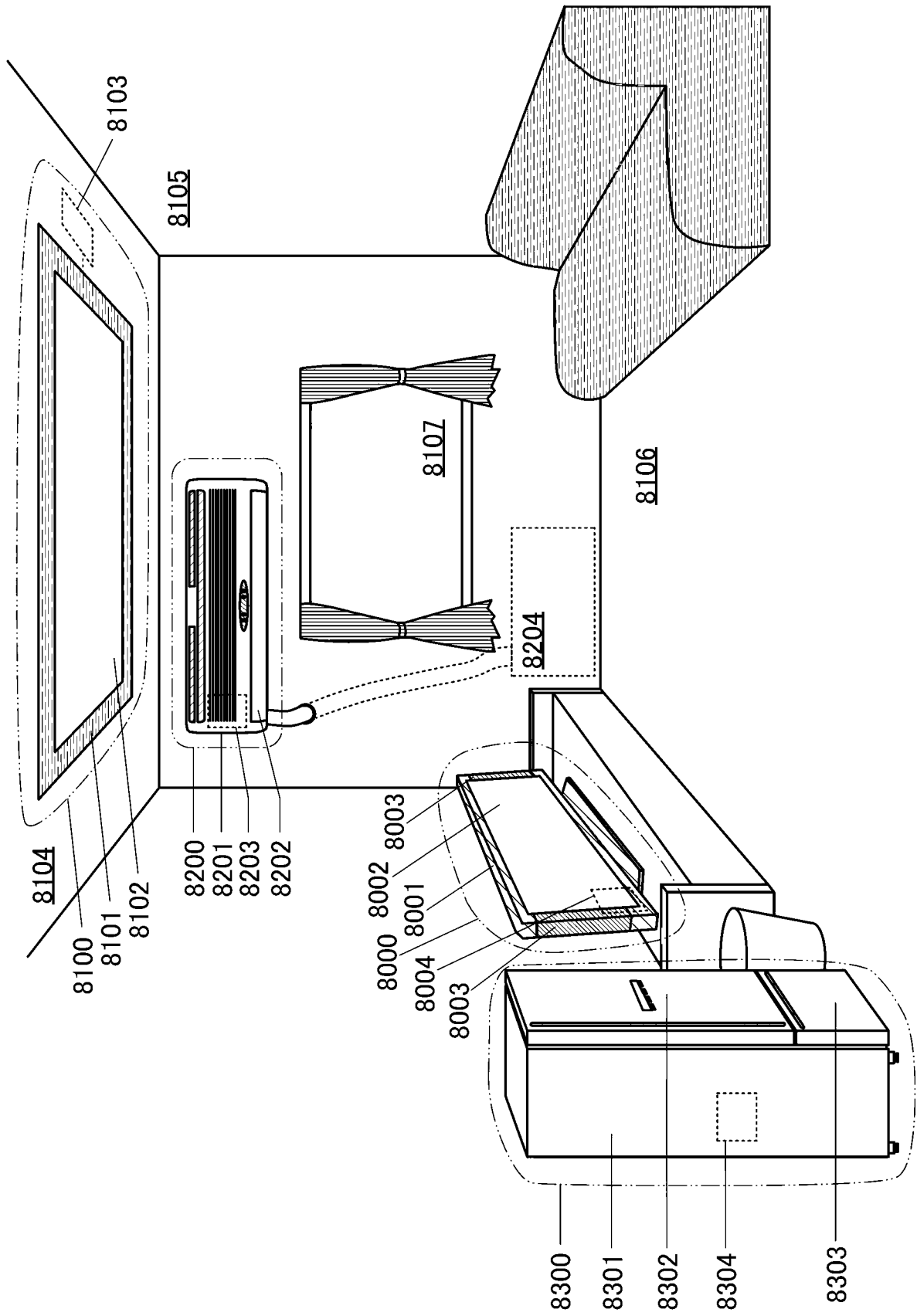


FIG. 28A

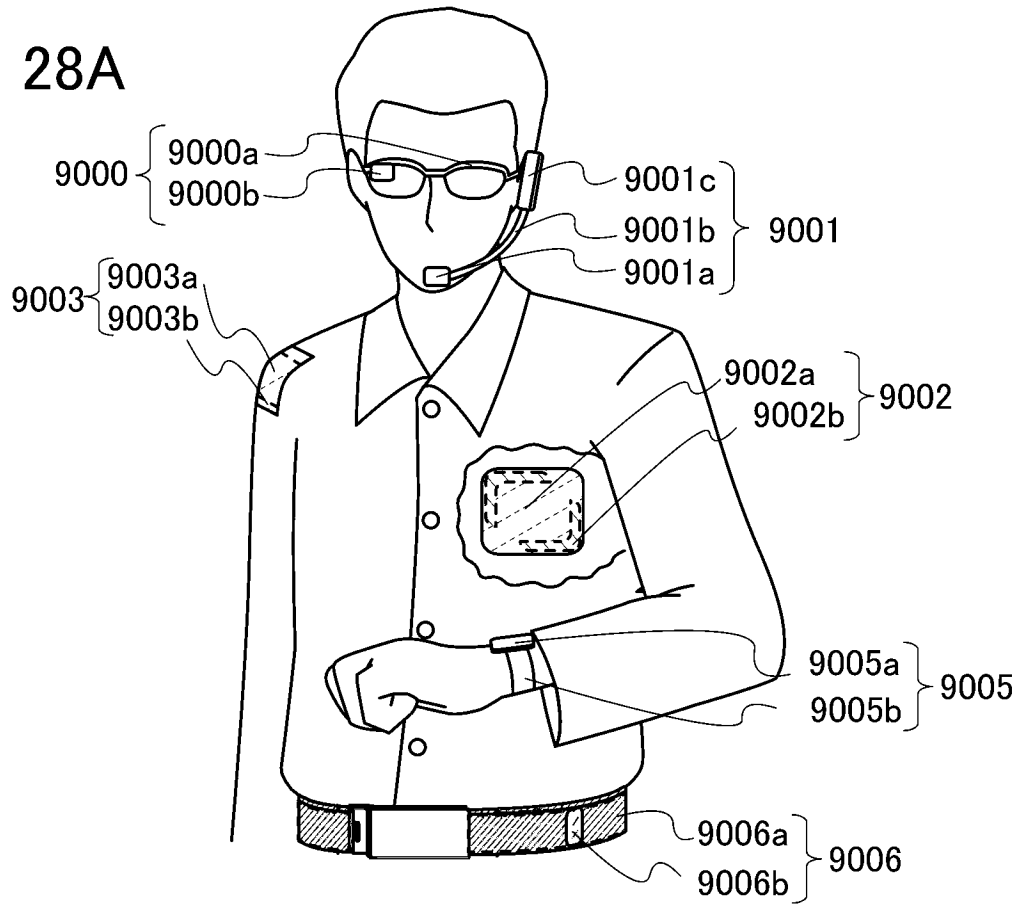


FIG. 28B

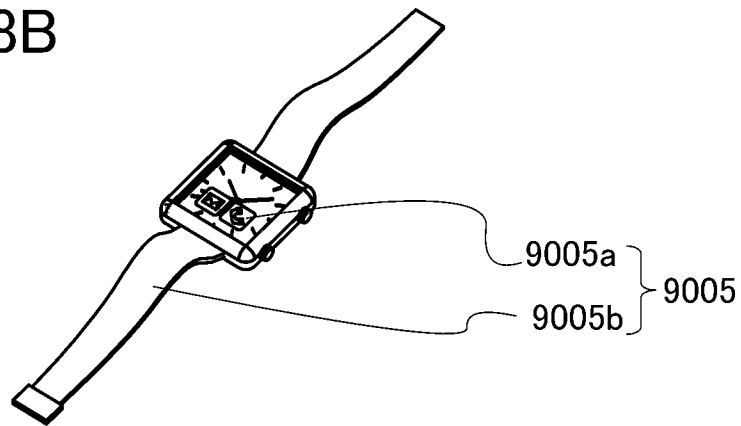


FIG. 28C

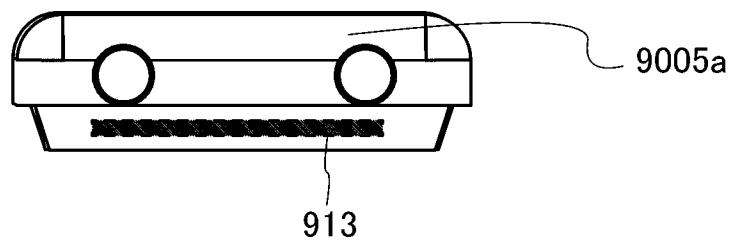


FIG. 29A

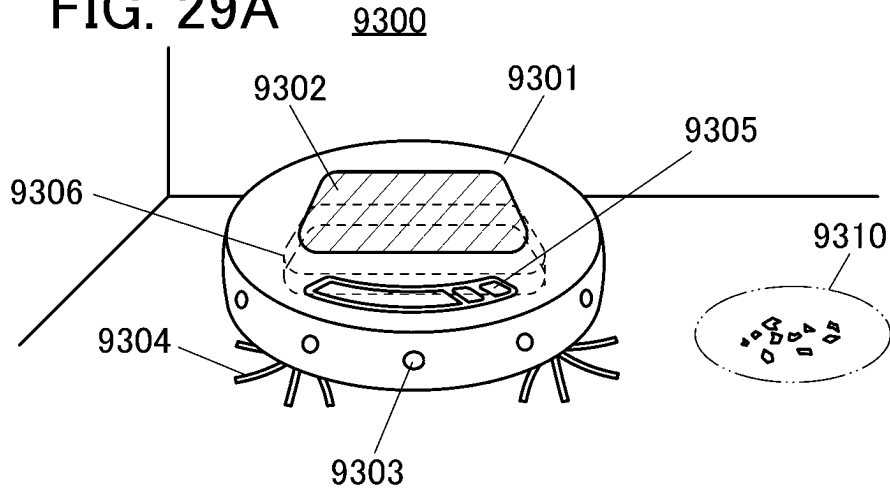


FIG. 29B

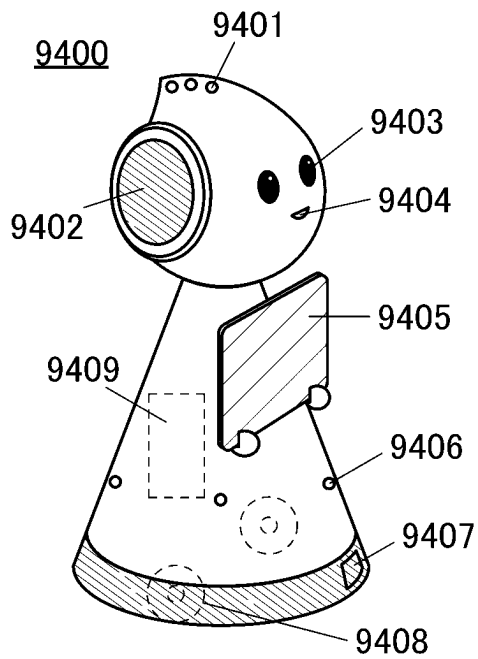


FIG. 29C

