

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 128**

51 Int. Cl.:

**H01M 4/485** (2010.01)  
**H01M 10/04** (2006.01)  
**H01M 10/052** (2010.01)  
**H01M 10/0568** (2010.01)  
**H01M 4/02** (2006.01)  
**H01M 10/0525** (2010.01)  
**H01M 10/0569** (2010.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2017** **PCT/JP2017/031075**  
87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018** **WO18116528**  
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2017** **E 17768255 (6)**  
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.03.2021** **EP 3560012**

54 Título: **Batería secundaria bipolar, así como paquete de batería, vehículo eléctrico, sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, herramienta de potencia eléctrica y aparato electrónico que comprende los mismos**

30 Prioridad:

**22.12.2016 US 201662438058 P**  
**11.08.2017 US 201715674989**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.10.2021**

73 Titular/es:

**MURATA MANUFACTURING CO., LTD. (50.0%)**  
**10-1 Higashikotari 1-chome**  
**Nagaokakyo-shi, Kyoto 617-8555, JP y**  
**HYDRO-QUÉBEC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ASAKAWA, YUICHIRO;**  
**UESAKA, SHINICHI;**  
**DAIGLE, JEAN-CHRISTOPHE y**  
**ZAGHIB, KARIM**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 870 128 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Batería secundaria bipolar, así como paquete de batería, vehículo eléctrico, sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, herramienta de potencia eléctrica y aparato electrónico que comprende los mismos

### Campo técnico

La tecnología se refiere a una batería secundaria en la que se proporciona un electrodo intermedio entre un cátodo y un ánodo, y a un paquete de batería, un vehículo eléctrico, un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, una herramienta de potencia eléctrica y un aparato electrónico cada uno de los cuales usa la batería secundaria.

### Antecedentes de la técnica

Diversos aparatos electrónicos, tales como teléfonos móviles, se han usado ampliamente, y se ha demandado reducir más el tamaño y el peso de los aparatos electrónicos y lograr que sus vidas sean más largas. Por consiguiente, se han desarrollado baterías secundarias pequeñas y ligeras que tienen capacidad para lograr una alta densidad de energía como fuentes de energía para los aparatos electrónicos.

Cabe señalar que las aplicaciones de las baterías secundarias no se limitan a los aparatos electrónicos descritos anteriormente, y también se ha considerado aplicar las baterías secundarias a otras aplicaciones diversas. Ejemplos de tales otras aplicaciones pueden incluir: un paquete de batería montado de manera que puede unirse y desunirse, por ejemplo, en un aparato electrónico; un vehículo eléctrico tal como un automóvil eléctrico; un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, tal como un servidor de potencia eléctrica doméstico; y una herramienta de potencia eléctrica tal como una taladradora eléctrica.

La batería secundaria incluye un cátodo, un ánodo y una disolución electrolítica. La configuración de la batería secundaria ejerce una gran influencia sobre las características de batería. Por consiguiente, se han realizado diversos estudios acerca de la configuración de la batería secundaria.

Más específicamente, con el fin de obtener una alta tensión, se ha propuesto una batería secundaria bipolar (véase la publicación internacional n.º WO 2010/010717). En la batería secundaria bipolar, se proporciona un electrodo intermedio entre un cátodo y un ánodo, y el electrodo intermedio incluye una capa de material activo de cátodo y una capa de material activo de ánodo. Los documentos JP 2012 129095 A, US 2011/294007 y KR 2008 0099890 A dan a conocer baterías secundarias bipolares que incluyen un compuesto de titanato y litio, tal como  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , como material activo de electrodo negativo. Puede encontrarse en una técnica anterior adicional en el documento US 2005/221188 A1 que describe una batería secundaria de electrolito no acuoso que comprende  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , como material activo de electrodo negativo y una disolución electrolítica con una alta concentración de  $\text{LiBF}_4$  como sal de litio que se disuelve en un disolvente orgánico no acuoso.

### Sumario

#### Problema técnico

Se han formulado propuestas específicas con el fin de mejorar las características de batería de la batería secundaria; sin embargo, las características de batería de la batería secundaria todavía no son suficientes. Por este motivo, todavía hay margen para mejorar.

#### Solución al problema

Por tanto, es deseable proporcionar una batería secundaria que haga posible lograr características de batería superiores, y un paquete de batería, un vehículo eléctrico, un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, una herramienta de potencia eléctrica y un aparato electrónico.

Según una realización de la tecnología, se proporciona una batería secundaria que incluye: un cátodo, un ánodo, un electrodo intermedio y una disolución electrolítica. El cátodo incluye un colector de corriente de cátodo y una primera capa de material activo de cátodo, y el primer material activo de cátodo se proporciona sobre el colector de corriente de cátodo. El ánodo incluye un colector de corriente de ánodo y una primera capa de material activo de ánodo, y la primera capa de material activo de ánodo se proporciona sobre el colector de corriente de ánodo para orientarse hacia la primera capa de material activo de cátodo e incluye un compuesto que contiene titanio. El electrodo intermedio se proporciona entre el cátodo y el ánodo e incluye un colector de corriente intermedio, una segunda capa de material activo de ánodo y una segunda capa de material activo de cátodo. La segunda capa de material activo de ánodo se proporciona sobre el colector de corriente intermedio para orientarse hacia la primera capa de material activo de cátodo e incluye el compuesto que contiene titanio. La segunda capa de material activo de cátodo se proporciona sobre el colector de corriente intermedio para orientarse hacia la primera capa de material activo de ánodo. La disolución electrolítica incluye un disolvente y una sal de electrolito y tiene un número de moléculas de la sal de electrolito igual o mayor que el número de moléculas del disolvente.

Según realizaciones respectivas de la tecnología, se proporcionan un paquete de batería, un vehículo eléctrico, un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, una herramienta de potencia eléctrica, y un aparato electrónico cada uno de los cuales incluye una batería secundaria, y la batería secundaria tiene una configuración similar a la de la batería secundaria anterior según la realización de la tecnología.

### Efectos ventajosos de la invención

Según la batería secundaria de la realización de la tecnología, el ánodo y el electrodo intermedio incluye cada uno el compuesto que contiene titanio, y en la disolución electrolítica, el número de moléculas de la sal de electrolito es igual o mayor que el número de moléculas del disolvente, que hace posible lograr características de batería superiores. Además, en cada uno del paquete de batería, el vehículo eléctrico, el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, la herramienta de potencia eléctrica y el aparato electrónico de las respectivas realizaciones de la tecnología, pueden lograrse efectos similares.

Téngase en cuenta que los efectos descritos en el presente documento no son limitantes. Los efectos logrados por la tecnología pueden ser uno o más de los efectos descritos en la tecnología.

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada a continuación son a modo de ejemplo, y se proporcionan para proporcionar una explicación adicional de la tecnología tal como se reivindica.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar un entendimiento adicional de la tecnología, y se incorporan en y forman parte de esta memoria descriptiva. Los dibujos ilustran realizaciones y, junto con la memoria descriptiva, sirven para explicar los principios de la tecnología.

La figura 1 es una vista en sección transversal de una configuración de una batería secundaria según una realización de la tecnología.

La figura 2 es una vista en sección transversal de un ejemplo de modificación de la configuración de la batería secundaria.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una configuración de un ejemplo de aplicación (un paquete de batería: batería única) de la batería secundaria.

La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración del paquete de batería ilustrado en la figura 3.

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un ejemplo de aplicación (un paquete de batería: batería ensamblada) de la batería secundaria.

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un ejemplo de aplicación (un vehículo eléctrico) de la batería secundaria.

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un ejemplo de aplicación (un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica) de la batería secundaria.

La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un ejemplo de aplicación (una herramienta de potencia eléctrica) de la batería secundaria.

### Descripción de realizaciones

A continuación, se describen detalladamente algunas realizaciones de la tecnología con referencia a los dibujos. Debe indicarse que la descripción se da en el siguiente orden.

#### 1. Batería secundaria

##### 1-1. Configuración

##### 1-2. Funcionamiento

##### 1-3. Método de fabricación

##### 1-4. Acción y efectos

#### 2. Ejemplos de modificación

### 3. Aplicaciones de batería secundaria

#### 3-1. Paquete de batería (batería única)

#### 3-2. Paquete de batería (batería ensamblada)

#### 3-3. Vehículo eléctrico

#### 3-4. Sistema de almacenamiento de potencia eléctrica

#### 3-5. Herramienta de potencia eléctrica

#### <1. Batería secundaria>

Se da una descripción de una batería secundaria según una realización de la tecnología.

La batería secundaria es una batería secundaria que usa litio como reactivo de electrodo. El reactivo de electrodo es un material que implica reacción de carga-descarga. Más específicamente, la batería secundaria puede ser, por ejemplo, una batería secundaria de iones de litio en la que la capacidad de batería (capacidad de un ánodo) se obtiene con el uso de un fenómeno de inserción de litio y un fenómeno de extracción de litio.

La batería secundaria descrita en este caso es específicamente una batería secundaria bipolar en la que se proporciona un electrodo intermedio entre un cátodo y un ánodo.

#### <1-1. Configuración>

En primer lugar, se da la descripción de una configuración de la batería secundaria. La figura 1 ilustra una configuración en sección transversal de la batería secundaria.

La batería secundaria puede incluir, por ejemplo, un cátodo 10, un ánodo 20, un electrodo intermedio 30 y un separador 40, tal como se ilustra en la figura 1. Cada uno del cátodo 10, el ánodo 20, el electrodo intermedio 30 y el separador 40 puede impregnarse, por ejemplo, con una disolución electrolítica que es un electrolito líquido.

El electrodo intermedio 30 está dispuesto entre el cátodo 10 y el ánodo 20. El separador 40 puede insertarse, por ejemplo, entre el cátodo 10 y el electrodo intermedio 30, y el separador 40 puede insertarse, por ejemplo, entre el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30. En otras palabras, la batería secundaria puede tener, por ejemplo, una estructura apilada en la que el cátodo 10, el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30 se apilan con los separadores 40 entre los mismos.

#### Cátodo

El cátodo 10 incluye un colector de corriente de cátodo 11 y una primera capa de material activo de cátodo 12 que se proporciona sobre el colector de corriente de cátodo 11. En otras palabras, la primera capa de material activo de cátodo 12 se proporciona sobre una superficie del colector de corriente de cátodo 11.

(Colector de corriente de cátodo)

El colector de corriente de cátodo 11 puede incluir, por ejemplo, uno o más de materiales conductores. El tipo de los materiales conductores no está particularmente limitado; sin embargo, algunos ejemplos no limitantes de los materiales conductores pueden incluir materiales de metal tales como aluminio, níquel y acero inoxidable. El colector de corriente de cátodo 11 puede configurarse de una sola capa o puede configurarse de múltiples capas.

(Primera capa de material activo de cátodo)

La primera capa de material activo de cátodo 12 puede incluir, como material activo de cátodo, uno o más de materiales de cátodo que tienen la capacidad de insertar y extraer litio. Obsérvese que la primera capa de material activo de cátodo 12 puede incluir además uno o más de otros materiales tales como un aglutinante de cátodo y un conductor de cátodo.

(Material de cátodo: compuesto que contiene litio)

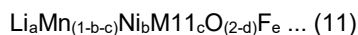
El material de cátodo puede ser, por ejemplo, un compuesto que contiene litio, que hace posible lograr una alta densidad de energía. El tipo de compuesto que contiene litio no está particularmente limitado; sin embargo, ejemplos no limitantes del compuesto que contiene litio pueden incluir un óxido de compuesto que contiene litio y un compuesto de fosfato que contiene litio.

El "óxido de compuesto que contiene litio" es un nombre genérico de un óxido que incluye litio (Li) y uno o más de otros elementos como elementos constituyentes. El óxido de compuesto que contiene litio puede tener, por ejemplo, una de las estructuras cristalinas, tal como una estructura cristalina de sal de roca en capas y una estructura cristalina de espinela.

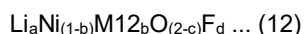
El "compuesto de fosfato que contiene litio" es un nombre genérico de un compuesto de fosfato que incluye litio y uno o más de otros elementos como elementos constituyentes. El compuesto de fosfato que contiene litio puede tener, por ejemplo, una estructura cristalina, tal como una estructura cristalina de olivino.

Debe observarse que los "otros elementos" son elementos distintos del litio. El tipo de los otros elementos no está particularmente limitado; sin embargo, ejemplos no limitantes de los otros elementos pueden incluir elementos que pertenecen a los grupos de 2 a 15 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos. Ejemplos específicos pero no limitantes de los otros elementos pueden incluir níquel (Ni), cobalto (Co), manganeso (Mn) y hierro (Fe), que hacen posible obtener una tensión alta.

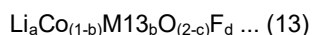
Ejemplos no limitantes del óxido de compuesto que contiene litio que tiene la estructura cristalina de sal de roca en capas pueden incluir compuestos representados por las siguientes fórmulas de (11) a (13).



donde M11 es uno o más de cobalto (Co), magnesio (Mg), aluminio (Al), boro (B), titanio (Ti), vanadio (V), cromo (Cr), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), circonio (Zr), molibdeno (Mo), estaño (Sn), calcio (Ca), estroncio (Sr) y tungsteno (W), de "a" a "e" satisfacen  $0,8 \leq a \leq 1,2$ ,  $0 < b < 0,5$ ,  $0 \leq c \leq 0,5$ ,  $(b+c) < 1$ ,  $-0,1 \leq d \leq 0,2$  y  $0 \leq e \leq 0,1$ , debe indicarse que la composición de litio varía dependiendo de los estados de carga y descarga, y "a" es un valor en un estado completamente descargado.



donde M12 es uno o más de cobalto (Co), manganeso (Mn), magnesio (Mg), aluminio (Al), boro (B), titanio (Ti), vanadio (V), cromo (Cr), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), estaño (Sn), calcio (Ca), estroncio (Sr) y tungsteno (W), de "a" a "d" satisfacen  $0,8 \leq a \leq 1,2$ ,  $0,005 \leq b \leq 0,5$ ,  $-0,1 \leq c \leq 0,2$  y  $0 \leq d \leq 0,1$ , cabe señalar que la composición de litio varía dependiendo de los estados de carga y descarga, y "a" es un valor en un estado completamente descargado.

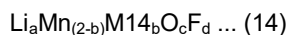


donde M13 es uno o más de níquel (Ni), manganeso (Mn), magnesio (Mg), aluminio (Al), boro (B), titanio (Ti), vanadio (V), cromo (Cr), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), estaño (Sn), calcio (Ca), estroncio (Sr) y tungsteno (W), de "a" a "d" satisfacen  $0,8 \leq a \leq 1,2$ ,  $0 \leq b < 0,5$ ,  $-0,1 \leq c \leq 0,2$  y  $0 \leq d \leq 0,1$ , debe indicarse que la composición de litio varía dependiendo de los estados de carga y descarga, y "a" es un valor en un estado completamente descargado.

Ejemplos específicos pero no limitantes del óxido de compuesto que contiene litio que tiene la estructura cristalina de sal de roca en capas pueden incluir  $\text{LiNiO}_2$ ,  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiCo}_{0,98}\text{Al}_{0,01}\text{Mg}_{0,01}\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0,5}\text{Co}_{0,2}\text{Mn}_{0,3}\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0,8}\text{Co}_{0,15}\text{Al}_{0,05}\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0,33}\text{Co}_{0,33}\text{Mn}_{0,33}\text{O}_2$ ,  $\text{Li}_{1,2}\text{Mn}_{0,52}\text{Co}_{0,175}\text{Ni}_{0,1}\text{O}_2$ , y  $\text{Li}_{1,15}(\text{Mn}_{0,65}\text{Ni}_{0,22}\text{Co}_{0,13})\text{O}_2$ .

Debe indicarse que en un caso en el que el óxido de compuesto que contiene litio que tiene la estructura cristalina de sal de roca en capas incluye níquel, cobalto, manganeso y aluminio como elementos constituyentes, puede ser preferible una relación atómica de níquel del 50 % atómico o más, lo que hace posible lograr una alta densidad de energía.

Ejemplos no limitantes del óxido de compuesto que contiene litio que tiene la estructura cristalina de espinela pueden incluir un compuesto representado por la siguiente fórmula (14).



donde M14 es uno o más de cobalto (Co), níquel (Ni), magnesio (Mg), aluminio (Al), boro (B), titanio (Ti), vanadio (V), cromo (Cr), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), estaño (Sn), calcio (Ca), estroncio (Sr) y tungsteno (W), de "a" a "d" satisfacen  $0,9 \leq a \leq 1,1$ ,  $0 \leq b \leq 0,6$ ,  $3,7 \leq c \leq 4,1$  y  $0 \leq d \leq 0,1$ , debe indicarse que la composición de litio varía dependiendo de los estados de carga y descarga, y "a" es un valor en un estado completamente descargado.

Ejemplos específicos pero no limitantes del óxido de compuesto que contiene litio que tiene la estructura cristalina de espinela pueden incluir  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ .

Ejemplos no limitantes del compuesto de fosfato que contiene litio que tiene la estructura cristalina de olivino pueden incluir un compuesto representado por la siguiente fórmula (15).

Li<sub>a</sub>M15PO<sub>4</sub> ... (15)

donde M15 es uno o más de cobalto (Co), manganeso (Mn), hierro (Fe), níquel (Ni), magnesio (Mg), aluminio (Al), boro (B), titanio (Ti), vanadio (V), niobio (Nb), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), calcio (Ca), estroncio (Sr), tungsteno (W) y circonio (Zr), "a" satisface  $0,9 \leq a \leq 1,1$ , debe indicarse que la composición de litio varía dependiendo de los estados de carga y descarga, y "a" es un valor en un estado completamente descargado.

Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto de fosfato que contiene litio que tiene la estructura cristalina de olivino pueden incluir LiFePO<sub>4</sub>, LiMnPO<sub>4</sub>, LiFe<sub>0,5</sub>Mn<sub>0,5</sub>PO<sub>4</sub>, y LiFe<sub>0,3</sub>Mn<sub>0,7</sub>PO<sub>4</sub>.

Debe indicarse que el óxido de compuesto que contiene litio puede ser, por ejemplo, un compuesto representado por la siguiente fórmula (16).

(Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>)<sub>x</sub>(LiMnO<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub> ... (16)

donde "x" satisface  $0 \leq x \leq 1$ , debe indicarse que la composición de litio varía dependiendo de los estados de carga y descarga, y "x" es un valor en un estado completamente descargado.

(Otros materiales de cátodo)

Además, ejemplos no limitantes del material de cátodo pueden incluir un óxido, un disulfuro, un calcogenuro y un polímero conductor. Ejemplos no limitantes del óxido pueden incluir óxido de titanio, óxido de vanadio y dióxido de manganeso. Ejemplos no limitantes del disulfuro pueden incluir disulfuro de titanio y sulfuro de molibdeno. Ejemplos no limitantes del calcogenuro pueden incluir seleniuro de niobio. Ejemplos no limitantes del polímero conductor pueden incluir azufre, polianilina y politiofeno.

(Aglutinante de cátodo)

El aglutinante de cátodo puede incluir, por ejemplo, uno o más de cauchos sintéticos y compuestos de polímero. Ejemplos no limitantes de los cauchos sintéticos pueden incluir un caucho a base de estireno-butadieno, un caucho a base de flúor y etileno propileno dieno. Ejemplos no limitantes de los compuestos de polímero pueden incluir fluoruro de polivinilidena y poliimida.

(Conductor de cátodo)

El conductor de cátodo puede incluir, por ejemplo, uno o más de materiales conductores tales como materiales de carbono. Ejemplos no limitantes de los materiales de carbono pueden incluir grafito, negro de carbón, negro de acetileno y negro de Ketjen. Alternativamente, el conductor de cátodo puede ser cualquier otro material tal como un material de metal y un polímero conductor, siempre y cuando el conductor de cátodo sea un material que tenga conductividad.

Ánodo

El ánodo 20 incluye un colector de corriente de ánodo 21 y una primera capa de material activo de ánodo 22 que se proporciona sobre el colector de corriente de ánodo 21. En otras palabras, la primera capa de material activo de ánodo 22 se proporciona sobre una superficie del colector de corriente de ánodo 21. Debe indicarse que la primera capa de material activo de ánodo 22 se dispone para orientarse hacia el cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12).

(Colector de corriente de ánodo)

El colector de corriente de ánodo 21 puede incluir, por ejemplo, uno o más de materiales conductores. El tipo de material conductor no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, un material de metal tal como cobre, aluminio, níquel y acero inoxidable. El colector de corriente de ánodo 21 puede configurarse de una sola capa o puede configurarse de múltiples capas.

Una superficie del colector de corriente de ánodo 21 puede ser preferiblemente rugosa. Esto hace posible mejorar la adherencia de la primera capa de material activo de ánodo 22 con respecto al colector de corriente de ánodo 21 mediante un denominado efecto de anclaje. En este caso, solo puede ser necesario hacer rugosa la superficie del colector de corriente de ánodo 21 al menos en una región orientada hacia las primeras capas de material activo de ánodo 22. Ejemplos no limitantes de un método de aumento de rugosidad pueden incluir un método de formación de partículas finas con el uso de tratamiento electrolítico. A través del tratamiento electrolítico, se forman partículas finas en la superficie del colector de corriente de ánodo 21 en un baño electrolítico por un método electrolítico para hacer que la superficie del colector de corriente de ánodo 21 sea rugosa. Una lámina de cobre fabricada mediante el método electrolítico se denomina generalmente "lámina de cobre electrolítico".

(Primera capa de material activo de ánodo)

La primera capa de material activo de ánodo 22 puede incluir, como material activo de ánodo, uno o más de materiales de ánodo que tengan capacidad para insertar y extraer litio. Debe indicarse que la primera capa de material activo de ánodo 22 puede incluir además uno o más de otros materiales tales como un aglutinante de ánodo y un conductor de ánodo.

Con el fin de impedir que el litio se precipite involuntariamente en el ánodo 20 en mitad de la carga, la capacidad de cargarse del material de ánodo puede ser preferiblemente mayor que la capacidad de descarga del cátodo 10. En otras palabras, el equivalente electroquímico del material de ánodo que tiene capacidad para insertar y extraer litio puede ser preferiblemente mayor que el equivalente electroquímico del cátodo 10.

(Material de ánodo: compuesto que contiene titanio)

El material de ánodo incluye un compuesto que contiene titanio. Dado que los compuestos que contienen titanio son electroquímicamente estables (tienen baja reactividad), en comparación con los materiales de carbono, etc. que se describirán más adelante, los compuestos que contienen titanio suprimen la reacción de descomposición de la disolución electrolítica que resulta de la reactividad del ánodo 22. El tipo de los compuestos que contienen titanio no está particularmente limitado; sin embargo, ejemplos no limitantes de los compuestos que contienen titanio pueden incluir un óxido de titanio, un óxido de compuesto de litio-titanio y un compuesto de hidrógeno-titanio.

El "óxido de titanio" es un nombre genérico de un compuesto de titanio (Ti) y oxígeno (O). El "óxido de compuesto de litio-titanio" es un nombre genérico de un óxido que incluye titanio, litio y uno o más de otros elementos como elementos constituyentes. Detalles de los otros elementos pueden ser tal como se describió anteriormente, por ejemplo. El "compuesto de hidrógeno-titanio" es un nombre genérico de un compuesto que incluye hidrógeno (H) y titanio como elementos constituyentes. Obsérvese que el compuesto de hidrógeno-titanio descrito en este caso está excluido del óxido de compuesto de litio-titanio anterior.

Específicamente, el óxido de titanio puede ser, por ejemplo, un compuesto representado por la siguiente fórmula (1). Más específicamente, ejemplos no limitantes del óxido de titanio pueden incluir un óxido de titanio de tipo bronce.



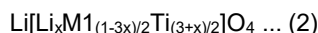
donde w satisface  $1,85 \leq w \leq 2,15$ .

Ejemplos específicos pero no limitantes del óxido de titanio pueden incluir un óxido de titanio de tipo anatasa ( $\text{TiO}_2$ ), un óxido de titanio de tipo rutilo y un óxido de titanio de tipo brookita.

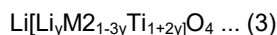
Debe indicarse que el óxido de titanio puede ser un óxido de compuesto que incluye, junto con titanio, uno o más de elementos tales como fósforo (P), vanadio (V), estaño (Sn), cobre (Cu), níquel (Ni), hierro (Fe) y cobalto (Co). Ejemplos específicos pero no limitantes del óxido de compuesto pueden incluir  $\text{TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-SnO}_2$  y  $\text{TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-MeO}$ , donde Me puede ser, por ejemplo, uno o más de elementos tales como cobre, níquel, hierro y cobalto.

Un potencial en el que se inserta y se extrae litio de estos óxidos de titanio puede ser, por ejemplo, de 1 V a 2 V ambos inclusive (frente a  $\text{Li/Li}^+$ ).

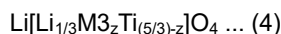
Ejemplos no limitantes del óxido de compuesto de litio-titanio pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas de (2) a (4). Más específicamente, ejemplos no limitantes del óxido de compuesto de litio-titanio pueden incluir un titanato de litio de tipo ramsdellita. M1 en la fórmula (2) es un elemento de metal que posiblemente se vuelve un ion divalente. M2 en la fórmula (3) es un elemento de metal que posiblemente se vuelve un ion trivalente. M3 en la fórmula (4) es un elemento de metal que posiblemente se vuelve un ion tetravalente.



donde M1 es uno o más de magnesio (Mg), calcio (Ca), cobre (Cu), zinc (Zn) y estroncio (Sr), y "x" satisface  $0 \leq x \leq 1/3$ .



donde M2 es uno o más de aluminio (Al), escandio (Sc), cromo (Cr), manganeso (Mn), hierro (Fe), germanio (Ge), galio (Ga) e itrio (Y), e "y" satisface  $0 \leq y \leq 1/3$ .



donde M3 es uno o más de vanadio (V), circonio (Zr) y niobio (Nb), y "z" satisface  $0 \leq z \leq 2/3$ .

La estructura cristalina del óxido de compuesto de litio-titanio no está particularmente limitada; sin embargo, en

particular, puede ser preferible la estructura cristalina de tipo espinela. La estructura cristalina de tipo espinela es resistente al cambio durante la carga y descarga, lo que hace posible lograr características de batería estables.

5 Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto representado por la fórmula (2) pueden incluir  $\text{Li}_{3,75}\text{Ti}_{4,875}\text{Mg}_{0,375}\text{O}_{12}$ . Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto representado por la fórmula (3) pueden incluir  $\text{LiCrTiO}_4$ . Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto representado por la fórmula (4) pueden incluir  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  y  $\text{Li}_4\text{Ti}_{4,95}\text{Nb}_{0,05}\text{O}_{12}$ .

10 Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto de hidrógeno-titanio pueden incluir  $\text{H}_2\text{Ti}_3\text{O}_7(3\text{TiO}_2 \cdot 1\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{H}_6\text{Ti}_{12}\text{O}_{27}(3\text{TiO}_2 \cdot 0,75\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{H}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}(3\text{TiO}_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{H}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}(3\text{TiO}_2 \cdot 0,43\text{H}_2\text{O})$ , y  $\text{H}_2\text{Ti}_{12}\text{O}_{25}(3\text{TiO}_2 \cdot 0,25\text{H}_2\text{O})$ .

Huelga decir que pueden usarse en combinación dos o más del óxido de titanio, el óxido de compuesto de litio-titanio y el compuesto de hidrógeno-titanio.

15 (Otros materiales de ánodo)

Debe indicarse que el material de ánodo puede incluir uno o más de otros materiales de ánodo junto con el compuesto que contiene titanio mencionado anteriormente. El tipo de los otros materiales de ánodo no está particularmente limitado; sin embargo, ejemplos no limitantes de los otros materiales de ánodo pueden incluir un material de carbono y un material a base de metal.

(Material de carbono)

25 El "material de carbono" es un nombre genérico de un material que incluye carbono como elemento constituyente. El material de carbono provoca que un cambio extremadamente pequeño en una estructura cristalina del mismo durante la inserción y la extracción de litio, que logra de manera estable una alta densidad de energía. Además, el material de carbono también sirve como el conductor de ánodo, lo que mejora la conductividad de la primera capa de material activo de ánodo 22.

30 Ejemplos no limitantes del material de carbono pueden incluir carbono grafitizable, carbono no grafitizable y grafito. Un espaciado del plano (002) en el carbono no grafitizable puede ser preferiblemente de 0,37 nm o mayor, y un espaciado del plano (002) en el grafito puede ser preferiblemente de 0,34 nm o menor. Ejemplos más específicos del material de carbono pueden incluir carbonos pirolíticos, coques, fibras de carbono vítreas, un cuerpo calentado de compuesto de polímero orgánico, carbón activado y negros de carbón. Ejemplos no limitantes de los coques pueden incluir coque de brea, coque de aguja y coque de petróleo. El cuerpo calentado de compuesto de polímero orgánico es un compuesto de polímero calentado (carbonizado) a una temperatura apropiada. Ejemplos no limitantes del compuesto de polímero pueden incluir resina de fenol y resina de furano. Aparte de los materiales mencionados anteriormente, el material de carbono puede ser carbono poco cristalino que se somete a tratamiento térmico a una temperatura de aproximadamente 1000°C o inferior, o puede ser carbono amorfo. Debe indicarse que una forma del material del carbono puede ser una o más de una forma fibrosa, una forma esférica, una forma granular y una forma de tipo laminilla.

(Material a base de metal)

45 El "material a base de metal" es un nombre genérico de un material que incluye uno o más de elementos de metal y elementos metaloides como elementos constituyentes, y el material a base de metal logra una alta densidad de energía. Sin embargo, el compuesto que contiene litio mencionado anteriormente se excluye del material a base de metal descrito en este caso.

50 El material a base de metal puede ser cualquiera de una sustancia simple, una aleación o un compuesto, puede ser dos o más de los mismos, o puede tener una o más fases de los mismos al menos en parte. La sustancia simple descrita en este caso simplemente se refiere a una sustancia simple en un sentido general, y puede incluir una pequeña cantidad de impureza. En otras palabras, la pureza de la sustancia simple no se limita necesariamente al 100 %. Además, la aleación puede ser un material configurado de dos o más elementos de metal, un material que incluye uno o más elementos de metal y uno o más elementos metaloides, y la aleación puede incluir uno o más de elementos no metálicos. Ejemplos no limitantes de una estructura del material a base de metal pueden incluir una disolución sólida, un cristal eutéctico (una mezcla eutéctica), un compuesto intermetálico y una estructura en la que coexisten dos o más de los mismos.

60 Los elementos de metal pueden ser, por ejemplo, elementos de metal capaces de formar una aleación con litio, y los elementos metaloides pueden ser, por ejemplo, elementos metaloides que son capaces de formar una aleación con litio. Ejemplos específicos pero no limitantes de los elementos de metal y los elementos metaloides pueden incluir magnesio (Mg), boro (B), aluminio (Al), galio (Ga), indio (In), silicio (Si), germanio (Ge), estaño (Sn), plomo (Pb), bismuto (Bi), cadmio (Cd), plata (Ag), zinc, hafnio (Hf), circonio, itrio (Y), paladio (Pd) y platino (Pt).

65 En particular, el silicio, el estaño o ambos pueden ser preferibles. El silicio y el estaño tienen una capacidad superior

para insertar y extraer litio, y por consiguiente, lograr una densidad de energía notablemente alta.

Un material que incluye silicio, estaño o ambos como elementos constituyentes puede ser cualquiera de una sustancia simple, una aleación y un compuesto de silicio, puede ser cualquiera de una sustancia simple, una aleación y un compuesto de estaño, pueden ser dos o más de los mismos, o puede ser un material que tenga una o más fases de los mismos al menos en parte. Cada una de la sustancia simple y la aleación se definen tal como se describió anteriormente.

La aleación de silicio puede incluir, por ejemplo, uno o más de elementos tales como estaño, níquel, cobre, hierro, cobalto, manganeso, zinc, indio, plata, titanio, germanio, bismuto, antimonio y cromo, como elementos constituyentes distintos del silicio. El compuesto de silicio puede incluir, por ejemplo, uno o más de elementos tales como carbono y oxígeno, tales como elementos constituyentes distintos del silicio. Debe indicarse que el compuesto de silicio puede incluir, por ejemplo, uno o más de los elementos descritos relacionados con la aleación de silicio, tales como elementos constituyentes distintos del silicio.

Ejemplos específicos pero no limitantes de la aleación de silicio y el compuesto de silicio pueden incluir  $\text{SiB}_4$ ,  $\text{SiB}_6$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{Ni}_2\text{Si}$ ,  $\text{TiSi}_2$ ,  $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{CoSi}_2$ ,  $\text{NiSi}_2$ ,  $\text{CaSi}_2$ ,  $\text{CrSi}_2$ ,  $\text{Cu}_5\text{Si}$ ,  $\text{FeSi}_2$ ,  $\text{MnSi}_2$ ,  $\text{NbSi}_2$ ,  $\text{TaSi}_2$ ,  $\text{VSi}_2$ ,  $\text{WSi}_2$ ,  $\text{ZnSi}_2$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_v$  ( $0 < v \leq 2$ ), y  $\text{LiSiO}$ . Debe indicarse que "v" en  $\text{SiO}_v$  puede estar, por ejemplo, dentro de un intervalo de  $0,2 < v < 1,4$ .

La aleación de estaño puede incluir, por ejemplo, uno o más de elementos tales como silicio, níquel, cobre, hierro, cobalto, manganeso, zinc, indio, plata, titanio, germanio, bismuto, antimonio y cromo, como elementos constituyentes distintos del estaño. El compuesto de estaño puede incluir, por ejemplo, uno o más de elementos tales como carbono y oxígeno, como elementos constituyentes distintos del estaño. Debe indicarse que el compuesto de estaño puede incluir, por ejemplo, uno o más de los elementos descritos relacionados con la aleación de estaño, como elementos constituyentes distintos del estaño.

Ejemplos específicos pero no limitantes de la aleación de estaño y del compuesto de estaño pueden incluir  $\text{SnO}_w$  ( $0 < w \leq 2$ ),  $\text{SnSiO}_3$ ,  $\text{LiSnO}$  y  $\text{Mg}_2\text{Sn}$ .

En particular, el material que incluye estaño como elemento constituyente puede ser preferiblemente, por ejemplo, un material que contiene estaño que incluye, junto con el estaño como primer elemento constituyente, un segundo elemento constituyente y un tercer elemento constituyente. El segundo elemento constituyente puede incluir, por ejemplo, uno o más de elementos tales como cobalto, hierro, magnesio, titanio, vanadio, cromo, manganeso, níquel, cobre, zinc, galio, circonio, niobio, molibdeno, plata, indio, cesio (Ce), hafnio (Hf), tántalo, tungsteno, bismuto y silicio. El tercer elemento constituyente puede incluir, por ejemplo, uno o más de elementos tales como boro, carbono, aluminio y fósforo. El material que contiene estaño que incluye el segundo elemento constituyente y el tercer elemento constituyente hace posible lograr, por ejemplo, una alta capacidad de batería y características de ciclo superiores.

En particular, el material que contiene estaño puede ser preferiblemente un material que contiene estaño, cobalto y carbono que incluye estaño, cobalto y carbono como elementos constituyentes. En el material que contiene estaño, cobalto y carbono, por ejemplo, un contenido de carbono puede ser de del 9,9 % en masa al 29,7 % en masa ambos inclusive, y una relación de contenido de estaño y cobalto ( $\text{Co}/(\text{Sn}+\text{Co})$ ) puede ser del 20 % en masa al 70 % en masa ambos inclusive. Esto hace posible lograr una alta densidad de energía.

El material que contiene estaño, cobalto y carbono puede tener una fase que incluye estaño, cobalto y carbono. Una fase de este tipo puede ser preferiblemente poco cristalina o amorfa. Esta fase es una fase (una fase de reacción) que es capaz de reaccionar con litio. Por tanto, la existencia de la fase de reacción da como resultado el logro de características superiores. Una mitad de anchura (un ángulo de difracción  $2\theta$ ) de un pico de difracción obtenido por difracción de rayos X de esta fase de reacción puede ser preferiblemente de  $1^\circ$  o mayor en un caso en el que se use un rayo  $\text{CuK}\alpha$  como rayos X específicos, y una tasa de inserción es de  $1^\circ/\text{min}$ . Esto hace posible insertar y extraer litio más suavemente, y disminuir la reactividad con la disolución electrolítica. Debe indicarse que, en algunos casos, el material que contiene estaño, cobalto y carbono puede incluir una fase que incluye sustancias simples de los elementos constituyentes respectivos o parte de los mismos, además de la fase poco cristalina o la fase amorfa.

La comparación entre gráficos de difracción de rayos X antes y después de una reacción electroquímica con litio hace posible determinar fácilmente si el pico de difracción obtenido por la difracción de rayos X corresponde a la fase de reacción que es capaz de reaccionar con litio. Por ejemplo, si una posición del pico de difracción después de la reacción electroquímica con litio se cambia desde la posición del pico de difracción antes de la reacción electroquímica con litio, el pico de difracción obtenido corresponde a la fase de reacción que es capaz de reaccionar con litio. En este caso, por ejemplo, el pico de difracción de la fase de reacción poco cristalina o la fase de reacción amorfa puede observarse dentro de un intervalo de  $2\theta$  que va de  $20^\circ$  a  $50^\circ$  ambos inclusive. Una fase de reacción de este tipo puede incluir, por ejemplo, los elementos constituyentes respectivos mencionados anteriormente, y puede considerarse que una fase de reacción de este tipo ha pasado a ser poco cristalina o amorfa debido principalmente a la existencia de carbono.

En el material que contiene estaño, cobalto y carbono, parte o la totalidad del carbono que es el elemento constituyente

del mismo puede enlazarse preferiblemente con uno o ambos de un elemento de metal y un elemento metaloide que son otros elementos constituyentes del mismo. La aglutinación de parte o la totalidad del carbono suprime la cohesión o cristalización de, por ejemplo, estaño. Es posible confirmar un estado de aglutinación de los elementos, por ejemplo, mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS). En un aparato disponible comercialmente, por ejemplo, un rayo Al-K $\alpha$  o un rayo Mg-K $\alpha$  puede usarse como rayos X blandos. En un caso en el que parte o la totalidad del carbono se enlace con uno o ambos del elemento de metal y el elemento metaloide, aparece un pico de una onda sintética del orbital 1s de carbono (C1s) en una región de energía inferior a 284,5 eV. Debe indicarse que la calibración de energía se hace de tal manera que se obtenga un pico del orbital 4f de un átomo de oro (Au4f) a 84,0 eV. En este caso, en general, existe carbono de contaminación superficial sobre la superficie de material. Por tanto, un pico de C1s del carbono de contaminación superficial se considera que se encuentra a 284,8 eV, y este pico se usa como estándar de energía. En la medición de XPS, se obtiene una forma de onda del pico de C1s como una forma que incluye el pico del carbono de contaminación superficial y el pico del carbono en el material que contiene estaño, cobalto y carbono. Por tanto, los dos picos pueden separarse uno con respecto a otro, por ejemplo, mediante análisis con el uso de software comercialmente disponible. En el análisis de la forma de onda, una posición del pico principal que existe en el lado de energía de enlace más baja se considera como el estándar de energía (284,8 eV).

El material que contiene estaño, cobalto y carbono no está limitado a un material que incluye únicamente estaño, cobalto y carbono como elementos constituyentes. El material que contiene estaño, cobalto y carbono puede incluir además uno o más de elementos tales como silicio, hierro, níquel, cromo, indio, niobio, germanio, titanio, molibdeno, aluminio, fósforo, galio y bismuto, como elementos constituyentes, además de estaño, cobalto y carbono.

Además del material que contiene estaño, cobalto y carbono, también puede ser preferible un material que contiene estaño, cobalto, hierro y carbono que incluye estaño, cobalto, hierro y carbono como elementos constituyentes. Puede adoptarse cualquier composición del material que contiene estaño, cobalto, hierro y carbono. Por poner un ejemplo, en un caso en el que un contenido de hierro se establece menor, un contenido de carbono puede ser del 9,9 % en masa al 29,7 % en masa ambos inclusive, un contenido de hierro puede ser del 0,3 % en masa al 5,9 % en masa ambos inclusive, y una relación de contenido de estaño y cobalto (Co/(Sn+Co)) puede ser del 30 % en masa al 70 % en masa ambos inclusive. Alternativamente, en un caso en el que el contenido de hierro es mayor, el contenido de carbono puede ser del 11,9 % en masa al 29,7 % en masa ambos inclusive, la relación de contenido de estaño, cobalto y hierro ((Co+Fe)/(Sn+Co+Fe)) puede ser del 26,4 % en masa al 48,5 % en masa ambos inclusive, y la relación de contenido de cobalto y hierro (Co/(Co+Fe)) puede ser del 9,9 % en masa al 79,5 % en masa ambos inclusive. Tales intervalos de composición permiten lograr una alta densidad de energía. Debe indicarse que las propiedades físicas (tales como una mitad de anchura) del material que contiene estaño, cobalto, hierro y carbono son similares a las propiedades físicas del material que contiene estaño, cobalto y carbono anterior.

Además de los materiales mencionados anteriormente, ejemplos no limitantes de los otros materiales de ánodo pueden incluir un óxido de metal y un compuesto de polímero. Ejemplos no limitantes del óxido de metal pueden incluir óxido de hierro, óxido de rutenio y óxido de molibdeno. Ejemplos no limitantes del compuesto de polímero pueden incluir poliacetileno, polianilina y polipirrol.

En la batería secundaria, tal como se describió anteriormente, con el fin de impedir que el metal de litio se precipite involuntariamente sobre una superficie del ánodo 20 en la mitad de la carga, el equivalente electroquímico del material de ánodo que tiene capacidad para insertar y extraer litio puede ser preferiblemente mayor que el equivalente electroquímico del cátodo. En un caso en el que una tensión de circuito abierto (es decir, una tensión de batería) en un estado completamente cargado sea de 4,25 V o superior, una cantidad de extracción de litio por unidad de masa es mayor que la de en un caso en el que la tensión de circuito abierto sea de 4,20 V, aunque se use el mismo material activo de cátodo. Por tanto, las cantidades del material activo de cátodo y del material activo de ánodo se ajustan según las mismas. Como resultado, se logra una alta densidad de energía.

(Aglutinante de ánodo y conductor de ánodo)

Detalles del aglutinante de ánodo pueden ser similares, por ejemplo, a detalles del aglutinante de cátodo mencionado anteriormente. Además, detalles del conductor de ánodo pueden ser similares, por ejemplo, a detalles del conductor de cátodo mencionado anteriormente.

Electrodo intermedio

El electrodo intermedio 30 incluye un colector de corriente intermedio 31, una segunda capa de material activo de ánodo 32 y una segunda capa de material activo de cátodo 33. La segunda capa de material activo de ánodo 32 y la segunda capa de material activo de cátodo 33 se proporcionan sobre el colector de corriente intermedio 31. En otras palabras, la segunda capa de material activo de ánodo 32 se proporciona sobre una superficie del colector de corriente intermedio 31, y la segunda capa de material activo de cátodo 33 se proporciona sobre la otra superficie del colector de corriente intermedio 31.

Debe indicarse que la segunda capa de material activo de ánodo 32 se dispone para orientarse hacia el cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12), y la segunda capa de material activo de cátodo 33 se dispone para

orientarse hacia el ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22).

El electrodo intermedio 30 es un electrodo bipolar que incluye la segunda capa de material activo de ánodo 32 que sirve como el ánodo 20 y la segunda capa de material activo de cátodo 33 que sirve como el cátodo 10.

(Colector de corriente intermedio)

El colector de corriente intermedio 31 puede incluir, por ejemplo, uno o más de materiales conductores. El tipo de material conductor no está particularmente limitado; sin embargo, el tipo de material conductor puede ser similar, por ejemplo, a un material de formación del colector de corriente de cátodo 11 o a un material de formación del colector de corriente de ánodo 21. El colector de corriente intermedio 31 puede configurarse de una sola capa o puede configurarse de múltiples capas.

En un caso en el que el tipo de material conductor es más delgado con respecto al material de formación del colector de corriente de ánodo 21, puede aumentarse la rugosidad una superficie del colector de corriente intermedio 31 de manera similar a la superficie del colector de corriente de ánodo 21.

(Segunda capa de material activo de ánodo)

La segunda capa de material activo de ánodo 32 puede tener una configuración similar a la configuración de la primera capa de material activo de ánodo mencionada anteriormente 22. En otras palabras, la segunda capa de material activo de ánodo 32 puede incluir, como material activo de ánodo, uno o más de los materiales de ánodo que tienen capacidad para insertar y extraer litio, y puede incluir además uno o más de otros materiales tales como el aglutinante de ánodo y el conductor de ánodo. El material de ánodo incluye el compuesto que contiene titanio.

(Segunda capa de material activo de cátodo)

La segunda capa de material activo de cátodo 33 puede tener una configuración similar a la configuración de la primera capa de material activo de cátodo mencionada anteriormente 12. En otras palabras, la segunda capa de material activo de cátodo 33 puede incluir, como material activo de cátodo, uno o más de los materiales de cátodo que tienen capacidad para insertar y extraer litio, y también puede incluir uno o más de otros materiales tales como el aglutinante de cátodo y el conductor de cátodo.

Separador

El separador 40 puede proporcionarse, por ejemplo, entre el cátodo 10 y el electrodo intermedio 30, tal como se describió anteriormente. El separador 40 hace pasar iones de litio a través del mismo, al tiempo que impide que el cortocircuito de corriente que resulta del contacto entre el cátodo 10 y el electrodo intermedio 30. Por otra parte, el separador 40 puede proporcionarse, por ejemplo, entre el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30, tal como se describió anteriormente. El separador 40 hace pasar los iones de litio a través del mismo, al tiempo que impide el cortocircuito de corriente que resulta del contacto entre el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30.

Específicamente, el separador 40 puede incluir, por ejemplo, una o más de películas porosas tales como películas porosas de una resina sintética, una resina natural y material cerámico. El separador 40 puede ser una película laminada en la que están laminadas dos o más películas porosas. Ejemplos no limitantes de la resina sintética pueden incluir politetrafluoroetileno, polipropileno y polietileno. Ejemplos no limitantes de la resina natural pueden incluir celulosa.

En particular, en un caso en el que el cátodo 10 (el material activo de cátodo) incluye un compuesto de fosfato que contiene litio, el separador 40 puede incluir preferiblemente celulosa. En un caso en el que el ánodo 20 (el material activo de ánodo) incluye el compuesto que contiene titanio y el cátodo 10 incluye el compuesto de fosfato que contiene litio, la estabilidad térmica tanto del compuesto que contiene titanio como del compuesto de fosfato que contiene litio provoca que la batería secundaria se vuelva resistente a fugas térmicas. Esto hace posible usar, como material de formación del separador 40, celulosa que tiene una porosidad extremadamente alta al tiempo que garantiza la seguridad de la batería secundaria, facilitando de ese modo el movimiento suave y seguro de iones de litio a través del separador 40.

Debe indicarse que el separador 40 puede incluir, por ejemplo, la película porosa mencionada anteriormente (una capa de base) y una capa de compuesto de polímero proporcionada sobre una sola superficie o ambas superficies de la capa de base. Esto hace posible mejorar la adherencia del separador 23 con respecto a cada uno del cátodo 10, el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30, suprimiendo de ese modo la deformación de toda la batería secundaria. Esto hace posible suprimir la reacción de descomposición de la disolución electrolítica y suprimir la fuga de líquido de la disolución electrolítica con la que se impregna la capa de base. Por consiguiente, aunque se repitan la carga y la descarga, la resistencia eléctrica es menos propensa a aumentar, y la batería secundaria es menos propensa a hincharse.

La capa de compuesto de polímero puede incluir, por ejemplo, un compuesto de polímero, tal como fluoruro de polivinilideno, que tiene una alta resistencia física y es electroquímicamente estable. Debe indicarse que el tipo de compuesto de polímero no se limita a fluoruro de polivinilideno. Con el fin de formar la capa de compuesto de polímero, por ejemplo, la capa de base puede recubrirse con una disolución preparada disolviendo el compuesto de polímero en, por ejemplo, un disolvente orgánico y, después de esto, puede secarse la capa de base. Alternativamente, la capa de base puede sumergirse en la disolución y, después de esto, puede secarse la capa de base.

La capa de compuesto de polímero puede incluir, por ejemplo, una o más de partículas aislantes, tales como partículas inorgánicas. Esto provoca que el separador 40 se vuelva resistente a la oxidación, haciendo de ese modo que sea menos propenso a que se produzca el cortocircuito. Esto hace posible mejorar la seguridad de la batería secundaria. El tipo de partículas inorgánicas puede ser, por ejemplo, óxido de aluminio y nitrato de aluminio.

#### Disolución electrolítica

La disolución electrolítica puede incluir uno o más de disolventes y una o más de sales de electrolito. Más específicamente, la disolución electrolítica puede incluir uno de los disolventes y una de las sales de electrolito, puede incluir uno de los disolventes y dos o más de las sales de electrolito, puede incluir dos o más de los disolventes y una de las sales de electrolito, o puede incluir dos o más de los disolventes y dos o más de las sales de electrolito. Debe indicarse que la disolución electrolítica puede incluir además uno o más de otros materiales tales como un aditivo.

#### (Disolventes)

Los disolventes pueden incluir, por ejemplo, uno o más de disolventes no acuosos (disolventes orgánicos). Una disolución electrolítica que incluye el disolvente no acuoso se denomina disolución electrolítica no acuosa.

Ejemplos no limitantes del disolvente no acuoso pueden incluir un éster de carbonato cíclico, un éster de carbonato de cadena, una lactona, un éster de carboxilato de cadena y un nitrilo (mononitrilo), que hacen posible, por ejemplo, lograr una alta capacidad de batería, características de ciclo superiores y características de almacenamiento superiores.

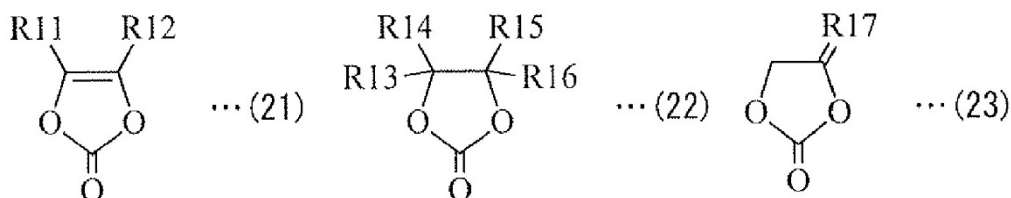
Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de carbonato cíclico pueden incluir carbonato de etileno, carbonato de propileno y carbonato de butileno. Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de carbonato de cadena pueden incluir carbonato de dimetilo, carbonato de dietilo, carbonato de etilmetilo y carbonato de metilpropilo. Ejemplos específicos pero no limitantes de la lactona pueden incluir  $\gamma$ -butirolactona e  $\gamma$ -valerolactona. Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de carboxilato de cadena pueden incluir acetato de metilo, acetato de etilo, propionato de metilo, propionato de etilo, propionato de propilo, butirato de metilo, isobutirato de metilo, trimetilacetato de metilo y trimetilacetato de etilo. Ejemplos específicos pero no limitantes del nitrilo pueden incluir acetonitrilo, metoxiacetonitrilo y 3-metoxipropionitrilo.

Además de los materiales mencionados anteriormente, ejemplos no limitantes del disolvente no acuoso pueden incluir 1,2-dimetoxietano, tetrahidrofurano, 2-metiltetrahidrofurano, tetrahidropirano, 1,3-dioxolano, 4-metil-1,3-dioxolano, 1,3-dioxano, 1,4-dioxano, N,N-dimetilformamida, N-metilpirrolidinona, N-metiloxazolidinona, N,N'-dimetilimidazolidinona, nitrometano, nitroetano, sulfolano, fosfato de trimetilo y dimetilsulfóxido. Estos disolventes hacen posible lograr ventajas similares.

Además, ejemplos no limitantes del disolvente no acuoso pueden incluir un éster de carbonato cíclico insaturado, un éster de carbonato halogenado, un éster de sulfonato, un anhídrido de ácido, un compuesto de dinitrilo, un compuesto de diisocianato y un éster de fosfato, que hacen posible mejorar adicionalmente la estabilidad química de la disolución electrolítica.

El "éster de carbonato cíclico insaturado" es un nombre genérico de un éster de carbonato cíclico que tiene uno o más enlaces insaturados carbono-carbono (dobles enlaces carbono-carbono). Ejemplos específicos pero no limitantes de los ésteres de carbonato cíclicos insaturados pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas de la (21) a la (23). Un contenido del éster de carbonato cíclico insaturado en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,01 % en peso al 10 % en peso ambos inclusive.

[Quím. 1]



donde cada uno de R11 y R12 es uno de un grupo hidrógeno y un grupo alquilo, cada uno de R13 a R16 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo alquilo, un grupo vinilo y un grupo alilo, uno o más de R13 a R16 son uno del grupo vinilo y el grupo alilo, R17 es un grupo representado por >CR171R172, y cada uno de R171 y R172 es uno de un grupo hidrógeno y un grupo alquilo.

El compuesto representado por la fórmula (21) es un compuesto a base de carbonato de vinileno. Cada uno de R11 y R12 no está particularmente limitado, siempre y cuando cada uno de R11 y R12 sea uno del grupo hidrógeno y el grupo alquilo, tal como se describió anteriormente. El número de carbonos en el grupo alquilo no está particularmente limitado. Ejemplos específicos pero no limitantes del grupo alquilo pueden incluir un grupo metilo, un grupo etilo y un grupo propilo. R11 y R12 pueden ser grupos de un mismo tipo o grupos de diferentes tipos. R11 y R12 pueden estar enlazados entre sí.

Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto a base de carbonato de vinileno pueden incluir carbonato de vinileno (1,3-dioxol-2-ona), carbonato de metilvinileno (4-metil-1,3-dioxol-2-ona), carbonato de etilvinileno (4-etil-1,3-dioxol-2-ona), 4,5-dimetil-1,3-dioxol-2-ona, y 4,5-dietil-1,3-dioxol-2-ona.

El compuesto representado por la fórmula (22) es un compuesto a base de carbonato de viniletileno. Cada uno de R13 a R16 no está particularmente limitado, siempre que cada uno de R13 a R16 sea uno del grupo hidrógeno, el grupo alquilo, el grupo vinilo, y el grupo alilo, tal se describió anteriormente, a condición de que uno o más de R13 a R16 sean uno del grupo vinilo y el grupo alilo. Los detalles del grupo alquilo son tal como se describió anteriormente. Debe indicarse que R13 a R16 pueden ser grupos del mismo tipo o grupos de tipos diferentes. Huelga decir que algunos de R13 a R16 pueden ser grupos del mismo tipo. Dos o más de R13 a R16 pueden estar enlazados entre sí.

Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto a base de carbonato de viniletileno pueden incluir carbonato de viniletileno (4-vinil-1,3-dioxolan-2-ona), 4-metil-4-vinil-1,3-dioxolan-2-ona, 4-etil-4-vinil-1,3-dioxolan-2-ona, 4-n-propil-4-vinil-1,3-dioxolan-2-ona, 5-metil-4-vinil-1,3-dioxolan-2-ona, 4,4-divinil-1,3-dioxolan-2-ona, y 4,5-divinil-1,3-dioxolan-2-ona.

El compuesto representado por la fórmula (23) es un compuesto a base de carbonato de metilenetileno. Cada uno de R171 y R172 no está particularmente limitado, siempre y cuando cada uno de R171 y R172 sea uno del grupo hidrógeno y el grupo alquilo, tal como se describió anteriormente. Debe indicarse que R171 y R172 pueden ser grupos de un mismo tipo o grupos de diferentes tipos. R171 y R172 pueden estar enlazados entre sí.

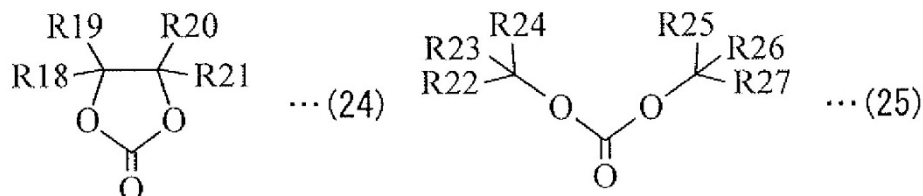
Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto a base de carbonato de metilenetileno pueden incluir carbonato de metilenetileno (4-metilen-1,3-dioxolan-2-ona), 4,4-dimetil-5-metilen-1,3-dioxolan-2-ona y 4,4-dietil-5-metilen-1,3-dioxolan-2-ona.

Además, ejemplos no limitantes del éster de carbonato cíclico insaturado pueden incluir un carbonato de catecol que tiene un anillo de benceno.

El "éster de carbonato halogenado" es un nombre genérico de un éster de carbonato cíclico o de cadena que incluye uno o más elementos halógenos como elementos constituyentes. Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de carbonato halogenado pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (24) y (25).

Un contenido del éster de carbonato halogenado en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,01 % en peso al 10 % en peso ambos inclusive.

[Quím. 2]



donde cada uno de R18 a R21 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo halógeno, un grupo alquilo y un grupo alquilo halogenado, uno o más de R18 a R21 son uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado, cada uno de R22 a R27 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo halógeno, un grupo alquilo, y un grupo alquilo halogenado y uno o más de R22 a R27 son uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado.

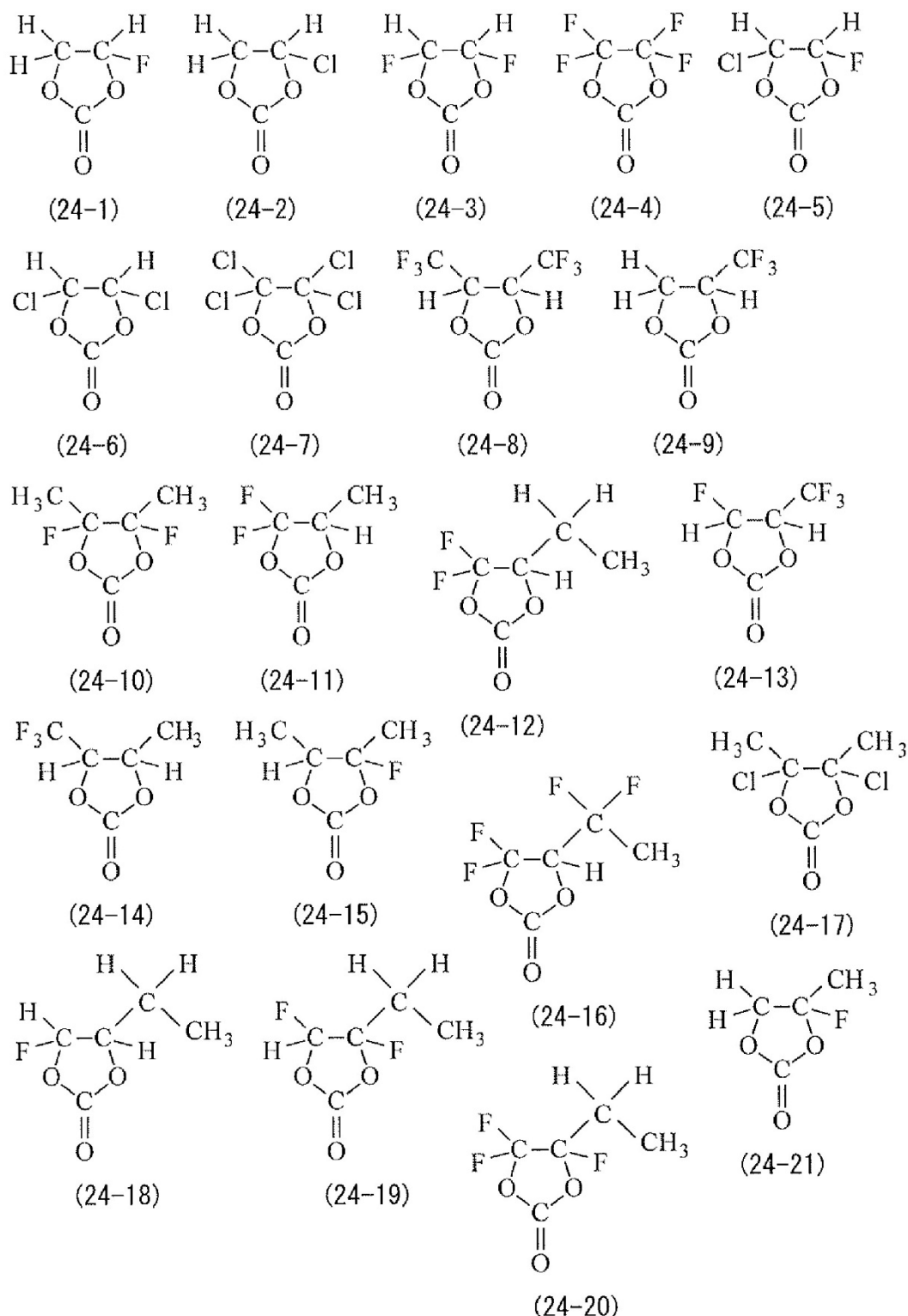
El compuesto representado por la fórmula (24) es un éster de carbonato cíclico halogenado. Cada uno de R18 a R21 no está particularmente limitado, siempre y cuando cada uno de R18 a R21 sea uno del grupo hidrógeno, el grupo halógeno, el grupo alquilo, y el grupo alquilo halogenado, tal como se describió anteriormente, con la condición de que

uno o más de R18 a R21 sea uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado. Debe indicarse que R18 a R21 pueden ser grupos de un mismo tipo o grupos de diferentes tipos. Huelga decir que algunos de R18 a R21 pueden ser grupos del mismo tipo. Dos o más de R18 a R21 pueden estar enlazados entre sí.

5 Ejemplos no limitantes del grupo halógeno pueden incluir un grupo flúor, un grupo cloro, un grupo bromo y un grupo yodo, y el grupo flúor puede ser particularmente preferible. El número de los grupos halógenos puede ser uno o más, y pueden adaptarse uno o más tipos de los grupos halógenos. Detalles del grupo alquilo son tal como se describió anteriormente. El “grupo alquilo halogenado” es un nombre genérico de un grupo en el que uno o más grupos  
10 hidrógeno en un grupo alquilo se sustituyen (halogenados) por un grupo halógeno, y detalles del grupo halógeno son tal se como describió anteriormente.

Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de carbonato cíclico halogenado pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (24-1) a (24-21), que incluyen isómeros geométricos. En particular, por ejemplo, puede ser preferible 4-fluoro-1,3-dioxolan-2-ona representado por la fórmula (24-1) y 4,5-  
15 difluoro-1,3-dioxolan-2-ona representado por la fórmula (24-3).

[Quím. 3]



El compuesto representado por la fórmula (25) es un éster de carbonato de cadena halogenado. Cada uno de R22 a R27 no está particularmente limitado, siempre y cuando cada uno de R22 a R27 sea uno del grupo hidrógeno, el grupo halógeno, el grupo alquilo, y el grupo alquilo halogenado, tal como se describió anteriormente, con la condición de que uno o más de R22 a R27 sea uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado. Detalles del grupo halógeno, el grupo alquilo y el grupo alquilo halogenado son tal como se describió anteriormente. Debe indicarse que R22 a R27 pueden ser grupos de un mismo tipo o grupos de diferentes tipos. Huelga decir que algunos de R22 a R27 pueden ser

grupos del mismo tipo. Dos o más de R22 a R27 pueden estar enlazados entre sí.

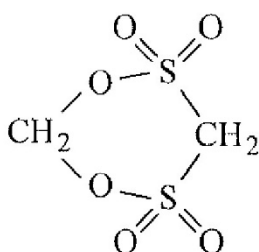
Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de carbonato de cadena halogenado pueden incluir metilcarbonato de fluorometilo, carbonato de bis(fluorometilo) y metilcarbonato de difluorometilo.

5 Ejemplos no limitantes del éster de sulfonato pueden incluir un éster de monosulfonato y un éster de disulfonato. Un contenido del éster de sulfonato en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,01 % en peso al 10 % en peso ambos inclusive.

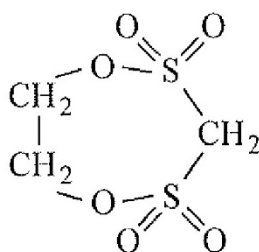
10 El éster de monosulfonato puede ser un éster de monosulfonato cíclico o un éster de monosulfonato de cadena. Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de monosulfonato cíclico pueden incluir sultona tal como 1,3-propano sultona y 1,3-propeno sultona. Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de monosulfonato de cadena pueden incluir un compuesto en el que un éster de monosulfonato cíclico se escinde en un sitio medio.

15 El éster de disulfonato puede ser un éster de disulfonato cíclico o un éster de disulfonato de cadena. Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de disulfonato cíclico pueden incluir compuestos respectivos representados por las fórmulas (26-1) a (26-3). Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de disulfonato de cadena pueden incluir un compuesto en el que un éster de disulfonato cíclico se escinde en un sitio medio.

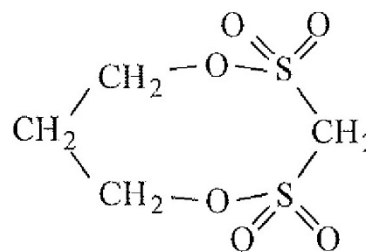
[Quím. 4]



(26-1)



(26-2)



(26-3)

20 Ejemplos no limitantes del anhídrido de ácido pueden incluir un anhídrido carboxílico, un anhídrido disulfónico y un anhídrido carboxílico-sulfónico. El contenido del anhídrido de ácido en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,01 % en peso al 10 % en peso ambos inclusive.

25 Ejemplos específicos pero no limitantes del anhídrido carboxílico pueden incluir anhídrido succínico, anhídrido glutárico y anhídrido maleico. Ejemplos específicos pero no limitantes del anhídrido disulfónico pueden incluir anhídrido etanodisulfónico y anhídrido propanodisulfónico. Ejemplos específicos pero no limitantes de un anhídrido carboxílico-sulfónico pueden incluir anhídrido sulfobenzoico, anhídrido sulfopropiónico y anhídrido sulfobutírico.

30 Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto de dinitrilo pueden incluir un compuesto representado por NC-R28-CN, donde R28 es uno de un grupo alquileo y un grupo arileno. El contenido del compuesto de dinitrilo en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,5 % en peso al 5 % en peso ambos inclusive.

35 Ejemplos no limitantes del grupo alquileo pueden incluir un grupo metileno, un grupo etileno y un grupo propileno, y ejemplos no limitantes del grupo arileno pueden incluir un grupo fenileno y un grupo naftileno. El número de carbonos en el grupo alquileo no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, de 1 a 18, y el número de carbonos en el grupo arileno no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, de 6 a 18.

40 Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto de dinitrilo pueden incluir succinonitrilo (NC-C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-CN), glutaronitrilo (NC-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-CN), adiponitrilo (NC-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>-CN), sebaconitrilo (NC-C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>-CN) y ftalonitrilo (NC-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-CN).

45 Ejemplos no limitantes del compuesto de diisocianato pueden incluir un compuesto representado por OCN-R29-NCO, donde R29 es uno de un grupo alquileo y un grupo arileno. Detalles de cada uno del grupo alquileo y el grupo arileno pueden ser, por ejemplo, tal como se describió anteriormente. El contenido del compuesto de diisocianato en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,1 % en peso al 10 % en peso ambos inclusive. Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto de diisocianato pueden incluir OCN-C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>-NCO.

50 Ejemplos específicos pero no limitantes del éster de fosfato pueden incluir fosfato de trimetilo, fosfato de trietilo y fosfato de trialilo. Debe indicarse que un contenido del éster de fosfato en el disolvente no acuoso no está particularmente limitado, pero puede ser, por ejemplo, del 0,5 % en peso al 5 % en peso ambos inclusive.

(Sal de electrolito)

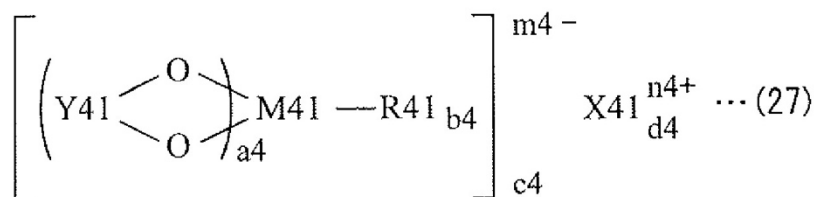
La sal de electrolito puede incluir, por ejemplo, una o más de sales de litio. Sin embargo, la sal de electrolito puede incluir una sal distinta de la sal de litio. Ejemplos no limitantes de la sal distinta de la de litio pueden incluir una sal de un metal ligero distinto de litio.

Ejemplos específicos pero no limitantes de sal de litio pueden incluir hexafluorofosfato de litio ( $\text{LiPF}_6$ ), tetrafluoroborato de litio ( $\text{LiBF}_4$ ), perclorato de litio ( $\text{LiClO}_4$ ), hexafluoroarsenato de litio ( $\text{LiAsF}_6$ ), tetrafenilborato de litio ( $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ ), metanosulfonato de litio ( $\text{LiCH}_3\text{SO}_3$ ), sulfonato de trifluorometano de litio ( $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ ), tetracloroaluminato de litio ( $\text{LiAlCl}_4$ ), hexafluorosilicato de dilitio ( $\text{Li}_2\text{SiF}_6$ ), cloruro de litio ( $\text{LiCl}$ ) y bromuro de litio ( $\text{LiBr}$ ).

En particular, uno o más de hexafluorofosfato de litio, tetrafluoroborato de litio, perclorato de litio y hexafluoroarsenato de litio puede ser preferible, y el hexafluorofosfato de litio puede ser más preferible. Estas sales de litio hacen posible disminuir la resistencia interna.

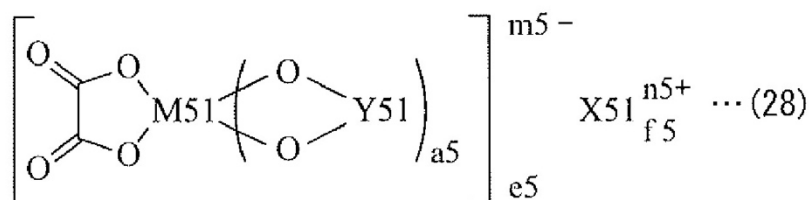
Además, ejemplos no limitantes de sal de electrolito pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (27) a (29). Debe indicarse que R41 y R43 pueden ser grupos de un mismo tipo o grupos de diferentes tipos. R51 a R53 pueden ser grupos del mismo tipo o grupos de diferentes tipos. Huelga decir que algunos de R51 a R53 pueden ser grupos del mismo tipo. R61 y R62 pueden ser grupos de un mismo tipo o grupos de diferentes tipos.

[Quím. 5]



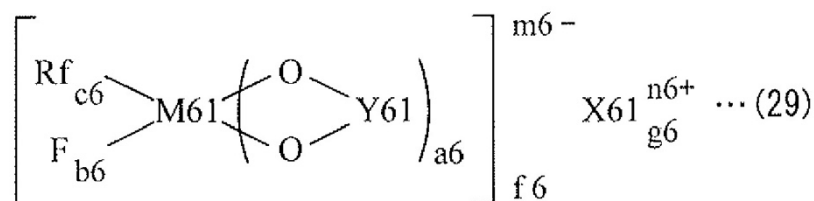
donde X41 es uno de los elementos del grupo 1 y los elementos del grupo 2 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos y aluminio (Al), M41 es uno de los metales de transición, y los elementos del grupo 13, los elementos del grupo 14, y los elementos del grupo 15 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos, R41 es un grupo halógeno, Y41 es uno de  $-\text{C}(=\text{O})-\text{R42}-\text{C}(=\text{O})-$ ,  $-\text{C}(=\text{O})-\text{CR43}_2-$ , y  $-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-$ , R42 es uno de un grupo alquileo, un grupo alquileo halogenado, un grupo arileno y un grupo arileno halogenado, R43 es uno de un grupo alquilo, un grupo alquilo halogenado, un grupo arilo y un grupo arilo halogenado, a4 es un número entero de 1 a 4, b4 es un número entero de 0, 2 o 4, y cada uno de c4, d4, m4 y n4 es un número entero de 1 a 3.

[Quím. 6]



donde X51 es uno de los elementos del grupo 1 y los elementos del grupo 2 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos, M51 es uno de metales de transición, y los elementos del grupo 13, los elementos del grupo 14 y los elementos del grupo 15 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos, Y51 es uno de  $-\text{C}(=\text{O})-(\text{CR51}_2)_{\text{b5}}-\text{C}(=\text{O})-$ ,  $-\text{R53}_2\text{C}-(\text{CR52})_{\text{c5}}-\text{C}(=\text{O})-$ ,  $-\text{R53}_2\text{C}-(\text{CR52})_{\text{c5}}-\text{CR53}_2-$ ,  $-\text{R53}_2\text{C}-(\text{CR52})_{\text{c5}}-\text{S}(=\text{O})_2-$ ,  $-\text{S}(=\text{O})_2-(\text{CR52})_{\text{d5}}-\text{S}(=\text{O})_2-$ , y  $-\text{C}(=\text{O})-(\text{CR52})_{\text{d5}}-\text{S}(=\text{O})_2-$ , cada uno de R51 y R53 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo alquilo, un grupo alquilo halogenado, uno o más de R51 son uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado, uno o más de R53 son uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado, R52 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo alquilo, un grupo alquilo halogenado, cada uno de a5, e5, y n5 es un número entero de 1 o 2, cada uno de b5 y d5 es un número entero de 1 a 4, c5 es un número entero de 0 a 4, y cada uno de f5 y m5 es un número entero de 1 a 3.

[Quím. 7]

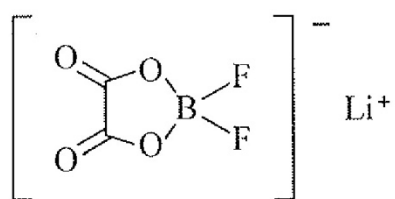


donde X61 es uno de los elementos del grupo 1 y los elementos del grupo 2 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos, M61 es uno de los metales de transición, y los elementos del grupo 13, los elementos del grupo 14, y los elementos del grupo 15 en la forma larga de la tabla periódica de los elementos, Rf es uno de un grupo alquilo fluorado y un grupo arilo fluorado, el número de carbonos en cada uno del grupo alquilo fluorado y el grupo arilo fluorado es de 1 a 10, Y61 es uno de -C(=O)-(CR61<sub>2</sub>)<sub>d6</sub>-C(=O)-, -R62<sub>2</sub>C-(CR61<sub>2</sub>)<sub>d6</sub>-C(=O)-, -R62<sub>2</sub>C-(CR61<sub>2</sub>)<sub>d6</sub>-CR62<sub>2</sub>-, -R62<sub>2</sub>C-(CR61<sub>2</sub>)<sub>d6</sub>-S(=O)<sub>2</sub>-, -S(=O)<sub>2</sub>-(CR61<sub>2</sub>)<sub>e6</sub>-S(=O)<sub>2</sub>-, y -C(=O)-(CR61<sub>2</sub>)<sub>e6</sub>-S(=O)<sub>2</sub>-, R61 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo alquilo, un grupo halógeno y un grupo alquilo halogenado, R62 es uno de un grupo hidrógeno, un grupo alquilo, un grupo halógeno y un grupo alquilo halogenado, uno o más de R62 son uno del grupo halógeno y el grupo alquilo halogenado, cada uno de a6, f6, y n6 es un número entero de 1 o 2, cada uno de b6, c6, y e6 es un número entero de 1 a 4, d6 es un número entero de 0 a 4, y cada uno de g6 y m6 es un número entero de 1 a 3.

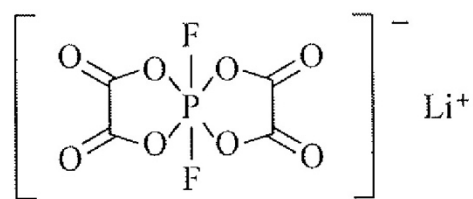
Debe indicarse que los elementos del grupo 1 incluyen hidrógeno (H), litio (Li), sodio (Na), potasio (K), rubidio (Rb), cesio (Cs) y francio (Fr). Los elementos del grupo 2 incluyen berilio (Be), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), bario (Ba) y radio (Ra). Los elementos del grupo 13 incluyen boro (B), aluminio (Al), galio (Ga), indio (In) y talio (Tl). Los elementos del grupo 14 incluyen carbono (C), silicio (Si), germanio (Ge), estaño (Sn) y plomo (Pb). Los elementos del grupo 15 incluyen nitrógeno (N), fósforo (P), arsénico (As), antimonio (Sb) y bismuto (Bi).

Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto representado por la fórmula (27) pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (27-1) a (27-6). Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto representado por la fórmula (28) pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (28-1) a (28-8). Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto representado por la fórmula (29) pueden incluir un compuesto representado por la fórmula siguiente (29-1).

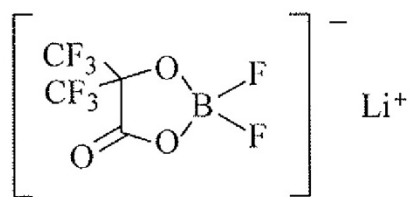
[Quím. 8]



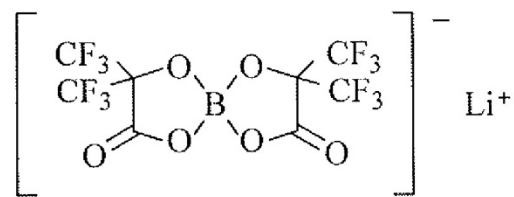
(27-1)



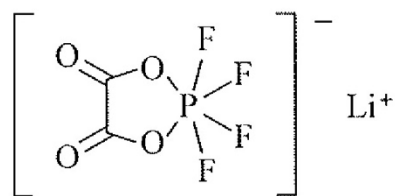
(27-2)



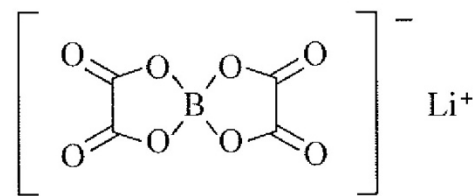
(27-3)



(27-4)

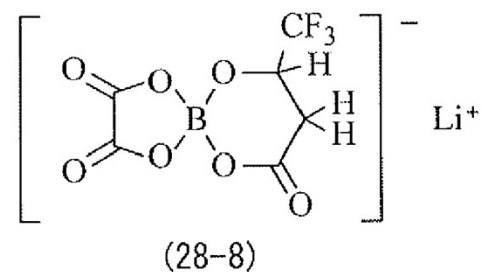
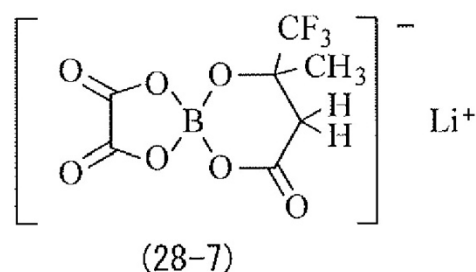
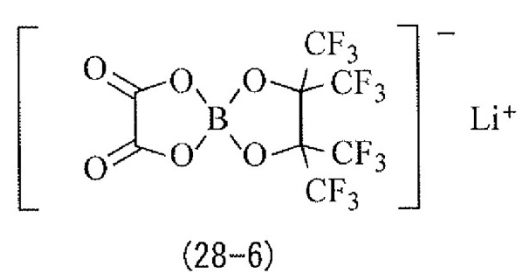
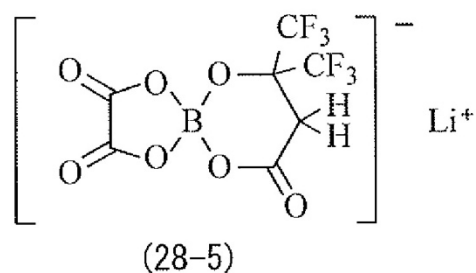
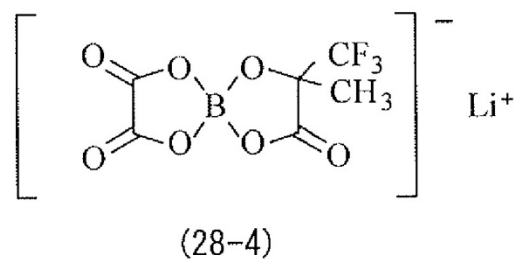
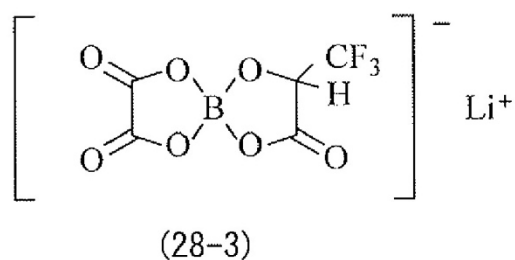
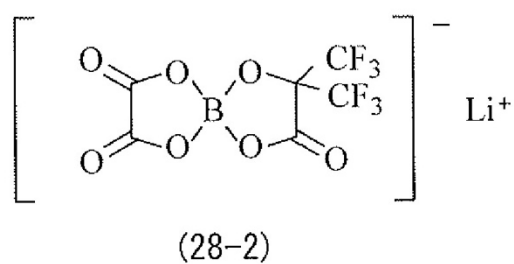
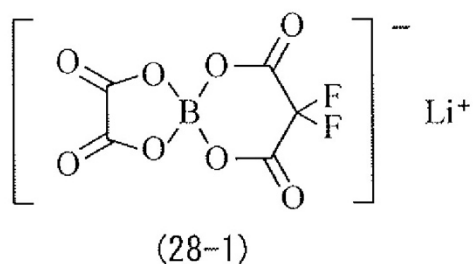


(27-5)

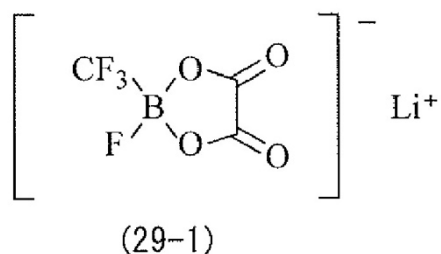


(27-6)

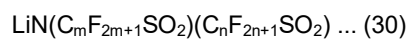
[Quím. 9]



[Quím. 10]

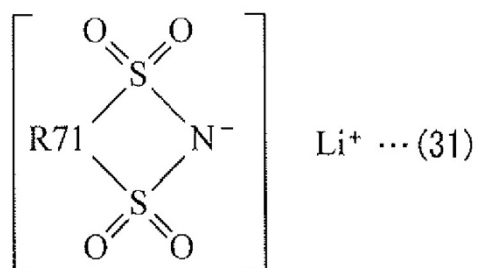


Además, la sal de electrolito puede ser, por ejemplo, compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (30) a (32). Los valores de m y n pueden ser los mismos o diferentes entre sí. Los valores de p, q y r pueden ser los mismos o diferentes entre sí. Huelga decir que los valores de dos de p, q, y r pueden ser los mismos entre sí.



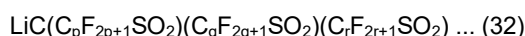
donde cada uno de m y n es un número entero de 1 o más.

[Quím. 11]



donde R71 es un grupo perfluoroalquileo de cadena lineal que tiene de 2 a 4 carbonos o un grupo de perfluoroalquileo ramificado que tiene de 2 a 4 carbonos.

5



donde cada uno de p, q, y r es un número entero de 1 o más.

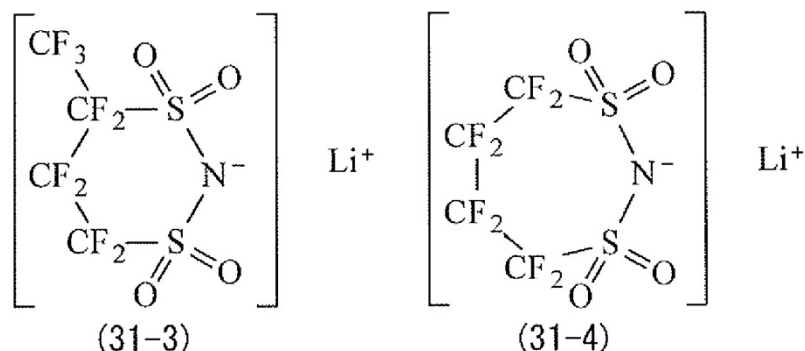
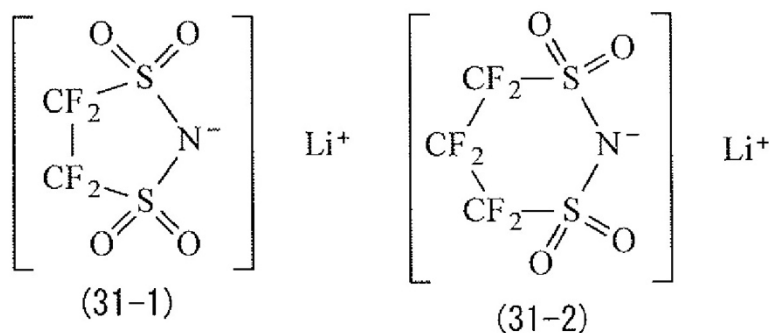
10 El compuesto representado por la fórmula (30) es un compuesto amida de cadena. Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto amida de cadena pueden incluir bis(fluorosulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{F})_2$ ), bis(trifluorometanosulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ ), bis(pentafluoroetanosulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ ), (trifluorometanosulfonil)(pentafluoroetanosulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)$ ), (trifluorometanosulfonil)(heptafluoropropanosulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)(\text{C}_3\text{F}_7\text{SO}_2)$ ) y (trifluorometanosulfonil)(nonafluorobutanossulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)$ ).

15

El compuesto representado por la fórmula (31) es un compuesto amida cíclica. Ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto amida cíclico pueden incluir compuestos respectivos representados por las siguientes fórmulas (31-1) a (31-4).

20

[Quím. 12]



El compuesto representado por la fórmula (32) es un compuesto de meturo de cadena. Algunos ejemplos específicos pero no limitantes del compuesto de meturo de cadena pueden incluir el tris(trifluorometanosulfonil)meturo de litio ( $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ ).

25

Además, la sal de electrolito puede ser una sal que contiene fósforo y flúor, tal como el difluorofosfato de litio ( $\text{LiPF}_2\text{O}_2$ ).

y el fluorofosfato de litio ( $\text{Li}_2\text{PFO}_3$ ).

(Contenido de sal de electrolito)

5 Un contenido de sal de electrolito con respecto al disolvente (en adelante en el presente documento denominado simplemente "contenido de sal de electrolito") se establece para que sea suficientemente grande. Específicamente, el contenido de la sal de electrolito se establece para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente.

10 El contenido de la sal de electrolito se establece para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente, lo que mejora la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica. Por consiguiente, aunque la disolución electrolítica se usa en una batería secundaria bipolar, la disolución electrolítica es resistente a la descomposición durante la carga y descarga.

15 Específicamente, la batería secundaria bipolar logra una ventaja de que se obtiene una alta tensión, tal como se describió anteriormente. Sin embargo, en un caso en el que el contenido de la sal de electrolito es pequeño en la disolución electrolítica usada para la batería secundaria bipolar, más específicamente, en un caso en el que el contenido de la sal de electrolito se establece para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea menor que el número de moléculas del disolvente, la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica es insuficiente, y la disolución electrolítica es, por tanto, más propensa a descomponerse durante la carga y descarga. Se considera que en el caso en el que el contenido de la sal de electrolito sea pequeño, el número de moléculas del disolvente no solvatado con respecto a la sal de electrolito en la disolución electrolítica es demasiado grande.

25 Por el contrario, en un caso en el que el contenido de la sal de electrolito es suficientemente grande en la disolución electrolítica usada para la batería secundaria bipolar, más específicamente, en un caso en el que el contenido de la sal de electrolito se establece para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente, la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica está garantizada, y la disolución electrolítica es, por tanto, resistente a la descomposición durante la carga y descarga. Se considera que en el caso en el que el contenido de la sal de electrolito sea lo suficientemente grande, el número de moléculas del disolvente no solvatado con respecto a la sal de electrolito es suficientemente pequeño.

En particular, en un caso en el que el contenido de la sal de electrolito es demasiado pequeño, la disolución electrolítica se descompone gravemente debido a la resistencia al voltaje insuficiente durante la carga y descarga. Por consiguiente, es difícil cargar y descargar fundamentalmente la batería secundaria desde la carga inicial y la descarga inicial. Sin embargo, en el caso en el que el contenido de la sal de electrolito sea lo suficientemente grande, la disolución electrolítica es suficientemente resistente a la descomposición desde la carga inicial y la descarga inicial. Esto hace posible para cargar y descargar repetidamente la batería secundaria.

40 El contenido de la sal de electrolito no está particularmente limitado, siempre y cuando el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente. En particular, el contenido de la sal de electrolito puede ser preferiblemente 2 mol/kg o más, y más preferiblemente 3 mol/kg o más, lo que hace que el número de moléculas del disolvente no solvatado con respecto a la sal de electrolito sea suficientemente pequeño, haciendo de ese modo que la disolución electrolítica sea lo suficientemente resistente a la descomposición durante la carga y descarga.

45 Debe indicarse que con el fin de examinar si el contenido de la sal de electrolito se establece o no para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente, por ejemplo, un estado de solvatación de moléculas de disolvente en la disolución electrolítica puede examinarse con el uso de espectroscopia Raman, tal como se describe en, por ejemplo, Chem Electro Chem 2015, 2, 1687-1694, Yamada *et al.* Específicamente, un cambio Raman ( $\text{cm}^{-1}$ ) en un estado libre en el que las moléculas de disolvente están libres se cambia desde este en un estado de solvatación en el que las moléculas de disolvente se solvatan con respecto a la sal de electrolito (las moléculas de disolvente interactúan con la sal de electrolito). Por consiguiente, en un resultado de análisis de la disolución electrolítica con el uso de espectroscopia Raman, si una posición de un pico de un cambio Raman derivado del disolvente se desplaza en un 100 % desde una posición correspondiente al estado libre hasta una posición correspondiente al estado de solvatación, es posible confirmar que el número de moléculas de la sal de electrolito es suficiente para solvatar todas las moléculas del disolvente.

(Composición preferible de disolución electrolítica)

60 Una composición de la disolución electrolítica no está particularmente limitada, siempre y cuando el contenido de la sal de electrolito se establezca en el contenido apropiado descrito anteriormente.

Ejemplos específicos pero no limitantes de la composición de la disolución electrolítica pueden incluir una disolución electrolítica (el contenido de la sal de electrolito = 4 mol/kg) en la que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye tetrafluoroborato de litio, una disolución electrolítica (el contenido de la sal de electrolito = 4 mol/kg) en la que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye hexafluorofosfato de litio,

y una disolución electrolítica (el contenido de la sal de electrolito = 5 mol/kg) en la que el disolvente incluye acetonitrilo y la sal de electrolito incluye bis(fluorosulfonil)amida de litio. Huelga decir que puede usarse una disolución electrolítica que tenga cualquier composición distinta de las composiciones mencionadas anteriormente.

- 5 En particular, puede ser preferible la disolución electrolítica (el contenido de sal de electrolito = 5 mol/kg) en la que el disolvente incluye acetonitrilo y la sal de electrolito incluye bis(fluorosulfonil)amida de litio, lo que mejora la conductividad y disminuye la viscosidad, además de mejorar la resistencia al voltaje.

- 10 Además, puede ser preferible la disolución electrolítica (el contenido de la sal de electrolito = 4 mol/kg) en la que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye tetrafluoroborato de litio, lo que además mejora la resistencia al voltaje.

- 15 Además, puede ser preferible la disolución electrolítica (el contenido de la sal de electrolito = 4 mol/kg) en la que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye hexafluorofosfato de litio, lo que obtiene suficiente resistencia al voltaje.

Otros componentes

- 20 Debe indicarse que la batería secundaria puede incluir uno o más de componentes distintos de los componentes mencionados anteriormente. Ejemplos no limitantes de los otros componentes pueden incluir, además de un contacto de cátodo acoplado al cátodo 10 (el colector de corriente de cátodo 11) y un contacto de ánodo acoplado al ánodo 20 (el colector de corriente de ánodo 21), un miembro de contención (un miembro de paquete) que contiene el cátodo 10, el ánodo 20, el electrodo intermedio 30, el separador 40 y otros componentes.

- 25 <1-2. Funcionamiento>

A continuación, se da la descripción del funcionamiento de la batería secundaria. La batería secundaria puede funcionar de la siguiente manera, por ejemplo.

- 30 Cuando se carga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12), y los iones de litio extraídos pueden insertarse en el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de ánodo 32) a través de la disolución electrolítica. Además, cuando se carga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de cátodo 33) y pueden insertarse iones de litio extraídos en el ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22) a través de la disolución electrolítica.

- 40 Por el contrario, cuando se descarga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22), y los iones de litio extraídos pueden insertarse en el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de cátodo 33) a través de la disolución electrolítica. Además, cuando se descarga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de ánodo 32), y pueden insertarse iones de litio extraídos en el cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12) a través de la disolución electrolítica.

- 45 <1-3. Método de fabricación>

A continuación, se da a conocer la descripción de un método de fabricación de la batería secundaria. La batería secundaria puede fabricarse mediante el siguiente procedimiento, por ejemplo.

Fabricación de cátodo

- 50 En un caso en el que se fabrica el cátodo 10, en primer lugar, el material activo de cátodo y, según sea necesario, por ejemplo, el aglutinante de cátodo y el conductor de cátodo pueden mezclarse para obtener una mezcla de cátodo. Posteriormente, la mezcla de cátodo puede introducirse en el disolvente, tal como un disolvente orgánico, y el disolvente puede agitarse para obtener lechada de mezcla de cátodo en pasta. Por último, una sola superficie del colector de corriente de cátodo 11 puede recubrirse con la lechada de mezcla de cátodo y, después de eso, la lechada de mezcla de cátodo recubierta puede secarse para formar la primera capa de material activo de cátodo 12. Después de eso, la primera capa de material activo de cátodo 12 puede modelarse por compresión usando, por ejemplo, una máquina de prensado de rodillos según sea necesario. En este caso, puede calentarse la primera capa de material activo de cátodo 12, o puede modelarse por compresión una pluralidad de veces.

Fabricación de ánodo

- 65 En un caso en el que se fabrica el ánodo 20, la primera capa de material activo de ánodo 22 puede formarse sobre una sola superficie del colector de corriente de ánodo 21 mediante un procedimiento similar al procedimiento mencionado anteriormente de fabricación del cátodo 10. Más específicamente, el material activo de ánodo y cualquier otro material tal como el aglutinante de ánodo y el conductor de ánodo pueden mezclarse para obtener una mezcla de

ánodo. Posteriormente, la mezcla de ánodo puede ponerse en el disolvente, tal como un disolvente orgánico para obtener lechada de mezcla de ánodo en pasta. A continuación, la superficie única del colector de corriente de ánodo 21 puede recubrirse con la lechada de mezcla de ánodo y, después de eso, la lechada de mezcla de ánodo recubierta puede secarse para formar la primera capa de material activo de ánodo 22.

#### 5 Fabricación de electrodo intermedio

En un caso en el que se fabrica el electrodo intermedio 30, la segunda capa de material activo de ánodo 32 puede formarse sobre una superficie del colector de corriente intermedio 31 mediante un procedimiento similar al procedimiento mencionado anteriormente de fabricación del ánodo 20, y la segunda capa de material activo de cátodo 33 puede formarse sobre la otra superficie del colector de corriente intermedio 31 mediante un procedimiento similar al procedimiento mencionado anteriormente de fabricación de cátodo 10.

#### 15 Preparación de disolución electrolítica

En un caso en el que se prepara la disolución electrolítica, la sal de electrolito puede añadirse al disolvente y puede agitarse el disolvente. En este caso, el contenido de la sal de electrolito puede ajustarse para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual o mayor que el número de moléculas del disolvente.

#### 20 Ensamblaje de batería secundaria

En un caso en el que se ensambla la batería secundaria, el cátodo 10, el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30 pueden apilarse con los separadores 40 impregnados con la disolución electrolítica entre los mismos. En este caso, el separador 40 puede insertarse entre el cátodo 10 y el electrodo intermedio 30, y el separador 40 puede insertarse entre el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30.

Por tanto, puede formarse una estructura apilada que incluye el cátodo 10, el ánodo 20, el electrodo intermedio 30 y el separador 40, y cada uno del cátodo 10, el ánodo 20, el electrodo intermedio 30 y el separador 40 pueden impregnarse con la disolución electrolítica. Por tanto, se completa la batería secundaria.

#### 30 <1-4. Acción y efectos>

Según la batería secundaria, en la batería secundaria bipolar en la que cada uno del ánodo 20 y el electrodo intermedio 30 incluye el compuesto que contiene titanio, el contenido de la sal de electrolito se establece para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual o mayor que el número de moléculas del disolvente en la disolución electrolítica. En este caso, la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica se mejora tal como se describió anteriormente. Por consiguiente, aunque la disolución electrolítica se usa en la batería secundaria bipolar, la disolución electrolítica es resistente a la descomposición durante la carga y descarga. Esto hace posible lograr características de batería superiores.

En particular, el contenido de sal de electrolito es de 2 mol/kg o más, y más específicamente 3 mol/kg o más, lo que hace que la disolución electrolítica sea suficientemente resistente a la descomposición durante la carga y descarga. Esto hace posible lograr un mayor efecto.

Además, en un caso en el que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye tetrafluoroborato de litio, en un caso en el que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye hexafluorofosfato de litio, o en un caso en el que el disolvente incluye acetonitrilo y la sal de electrolito incluye bis(fluorosulfonil)amida de litio, la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica se mejora lo suficiente, lo que hace posible lograr un mayor efecto.

Además, el compuesto que contiene titanio incluye uno o ambos del óxido de titanio y el óxido de compuesto de litio y titanio, lo que suprime suficientemente la reacción de descomposición de la disolución electrolítica resultante de la reactividad del ánodo 20. Esto hace posible lograr un mayor efecto.

#### 55 <2. Ejemplos de modificación >

La configuración de la batería secundaria según la realización de la tecnología puede modificarse según sea apropiado.

#### 60 Ejemplo de modificación 1

En la figura 1, se proporciona un electrodo intermedio 30 entre el cátodo 10 y el ánodo 20.

Alternativamente, dos o más electrodos intermedios 30 pueden proporcionarse entre el cátodo 10 y el ánodo 20. En este caso, pueden apilarse los dos o más electrodos intermedios 30, con el separador 40 entre los mismos, entre el cátodo 10 y el ánodo 20. En particular, pueden disponerse dos electrodos intermedios 30 adyacentes entre sí para

que la segunda capa de material activo de ánodo 32 y la segunda capa de material activo de cátodo 33 estén orientadas una hacia la otra con el separador 40 entre las mismas.

Incluso en este caso, el contenido de la sal de electrolito se establece al contenido apropiado mencionado anteriormente, lo que mejora la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica. Esto hace posible lograr efectos similares.

### Ejemplo de modificación 2

En la figura 1, se usa la disolución electrolítica que es un electrolito líquido.

Alternativamente, puede usarse una capa de electrolito 50 que sea un electrolito en gel en lugar de la disolución electrolítica mencionada anteriormente, tal como se ilustra en la figura 2 correspondiente a la figura 1.

La capa de electrolito 50 puede proporcionarse, por ejemplo, entre el cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12) y el separador 40, y la capa de electrolito 50 puede proporcionarse, por ejemplo, entre el separador 40 y el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de ánodo 32). Además, la capa de electrolito 50 puede proporcionarse, por ejemplo, entre el ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22) y el separador 40, y la capa de electrolito 50 puede proporcionarse, por ejemplo, entre el separador 40 y el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de capa de material activo de cátodo 33).

En otras palabras, en la figura 2 se ilustran cuatro capas de electrolito 50. Sin embargo, solo puede usarse una cualquiera, dos cualquiera, o tres cualquiera de las capas de electrolito 50 de las cuatro capas de electrolito 50.

Las capas de electrolito 50 pueden incluir una disolución electrolítica y un compuesto de polímero. Debe indicarse que las capas de electrolito 50 pueden incluir uno o más de otros materiales, tales como un aditivo. Los detalles de la composición de la disolución electrolítica son tal como se describió anteriormente. Concretamente, el contenido de la sal de electrolito se establece para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito sea igual o mayor que el número de moléculas del disolvente.

Las capas de electrolito 50 descritas en este caso pueden ser cada una un denominado electrolito en gel, y la disolución electrolítica puede sostenerse por el compuesto de polímero en las capas de electrolito 50. El electrolito en gel logra una alta conductividad iónica (por ejemplo, 1 mS/cm o más a temperatura ambiente) e impide la fuga de líquidos de la disolución electrolítica.

El compuesto de polímero puede incluir, por ejemplo, uno o más de poliacrilonitrilo, fluoruro de polivinilideno, politetrafluoroetileno, polihexafluoropropileno, óxido de polietileno, óxido de polipropileno, polifosfaceno, polisiloxano, fluoruro de polivinilo, acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo, poli(metilmecacrilato), ácido poliacrílico, ácido polimetacrílico, caucho de estireno-butadieno, caucho de nitrilo-butadieno, poliestireno y policarbonato. Además de esto, el compuesto de polímero puede ser un copolímero. El copolímero puede ser, por ejemplo, un copolímero de fluoruro de vinilideno y hexafluoropileno. En particular, el fluoruro de polivinilideno puede ser preferible como homopolímero, y un copolímero de fluoruro de vinilideno y hexafluoropileno puede ser preferible como copolímero. Tales compuestos de polímero son electroquímicamente estables.

La batería secundaria que incluye la capa de electrolito 50 puede funcionar de la siguiente manera, por ejemplo.

Quando se carga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12), y los iones de litio extraídos pueden insertarse en el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de ánodo 32) a través de la capa de electrolito 50. Además, cuando se carga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de cátodo 33), y los iones de litio extraídos pueden insertarse en el ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22) a través de la capa de electrolito 50.

Por el contrario, cuando se descarga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22), y los iones de litio extraídos pueden insertarse en el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de cátodo 33) a través de la capa de electrolito 50. Además, cuando se descarga la batería secundaria, pueden extraerse iones de litio del electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de ánodo 32) y los iones de litio extraídos pueden insertarse en el cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12) a través de la capa de electrolito 50.

La capa de electrolito en gel 50 puede fabricarse, por ejemplo, mediante el siguiente procedimiento. En primer lugar, la disolución electrolítica, el compuesto de polímero, un disolvente orgánico, etc. pueden mezclarse para formar una mezcla, y la mezcla puede agitarse para preparar una disolución precursora de sol. Posteriormente, el cátodo 10 (la primera capa de material activo de cátodo 12) puede recubrirse con la disolución precursora, y la disolución precursora recubierta puede secarse para formar la capa de electrolito en gel 50. Asimismo, cada uno del ánodo 20 (la primera capa de material activo de ánodo 22) y el electrodo intermedio 30 (la segunda capa de material activo de ánodo 32 y

la segunda capa de material activo de cátodo 33) pueden recubrirse con la disolución precursora y la disolución precursora recubierta puede secarse para formar las capas de electrolito en gel 50.

- 5 Incluso en la batería secundaria que incluye la capa de electrolito 50, el contenido de sal de electrolito se establece al contenido apropiado anterior, lo que mejora la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica. Esto hace posible lograr efectos similares.

### <3. Aplicaciones de batería secundaria>

- 10 A continuación, se da la descripción de ejemplos de aplicación de cualquiera de las baterías secundarias mencionadas anteriormente.

15 Las aplicaciones de la batería secundaria no están particularmente limitadas siempre y cuando la batería secundaria se aplique, por ejemplo, a una máquina, un dispositivo, un instrumento, un aparato y un sistema (una entidad colectiva de, por ejemplo, una pluralidad de dispositivos) que sean capaces de usar la batería secundaria como fuente de energía de accionamiento, fuente de almacenamiento de energía eléctrica para acumulación de energía eléctrica, o cualquier otra fuente. La batería secundaria usada como fuente de energía puede ser una fuente de energía principal o una fuente de energía auxiliar. La fuente de energía principal es una fuente de energía usada de manera preferentemente independiente de la presencia o ausencia de cualquier otra fuente de energía. La fuente de energía

20 auxiliar puede ser una fuente de energía usada en lugar de la fuente de energía principal o usada conmutándose desde la fuente de energía principal según sea necesario. En un caso en el que se usa la batería secundaria como fuente de energía auxiliar, el tipo de fuente de energía principal no está limitada a la batería secundaria.

25 Ejemplos de las aplicaciones de la batería secundaria pueden incluir aparatos electrónicos (incluyendo aparatos electrónicos portátiles) tales como una cámara de video portátil, una cámara digital fija, un teléfono móvil, un ordenador personal portátil, un teléfono inalámbrico, unos auriculares estéreo, una radio portátil, un televisor portátil y un terminal de información portátil. Ejemplos adicionales de los mismos pueden incluir: un dispositivo móvil doméstico, tal como una máquina de afeitar eléctrica; un dispositivo de almacenamiento tal como una fuente de energía de reserva y una tarjeta de memoria; una herramienta de potencia eléctrica, tal como una taladradora eléctrica y una sierra eléctrica; un

30 paquete de batería usado como fuente de energía que puede unirse y desunirse de, por ejemplo, un ordenador personal portátil; un aparato electrónico médico tal como un marcapasos y un audífono; un vehículo eléctrico, tal como un automóvil eléctrico (incluyendo un automóvil híbrido); y un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, tal como un sistema de baterías doméstico para la acumulación de energía eléctrica para, por ejemplo, emergencias. Huelga decir que la batería secundaria puede emplearse para una aplicación distinta de las aplicaciones mencionadas

35 anteriormente.

40 En particular, la batería secundaria puede aplicarse de manera efectiva, por ejemplo, al paquete de batería, al vehículo eléctrico, al sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, a la herramienta de potencia eléctrica y al aparato electrónico. En estas aplicaciones, se demandan características de batería superiores, y usar la batería secundaria de la realización de la tecnología hace posible mejorar de manera efectiva el rendimiento. Debe indicarse que el paquete de batería es una fuente de energía que usa la batería secundaria, y puede usar, por ejemplo, una sola batería y una batería ensamblada, tal como se describe más adelante. El vehículo eléctrico es un vehículo que opera (funciona) usando la batería secundaria como fuente de energía de accionamiento, y puede ser un automóvil (tal como un

45 automóvil híbrido) que incluye juntos una fuente de accionamiento distinta de la batería secundaria, tal como se describió anteriormente. El sistema de almacenamiento de potencia eléctrica es un sistema que usa la batería secundaria como fuente de almacenamiento de energía eléctrica. Por ejemplo, en un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica doméstico, se acumula potencia eléctrica en la batería secundaria que es la fuente de almacenamiento de energía eléctrica, lo que hace posible usar, por ejemplo, productos eléctricos domésticos con el uso de la potencia eléctrica acumulada. La herramienta de potencia eléctrica es una herramienta en la que se permite

50 que una sección móvil (tal como una taladradora) se mueva con el uso de la batería secundaria como fuente de energía de accionamiento. El aparato electrónico es un aparato que ejecuta diversas funciones con el uso de la batería secundaria como fuente de energía de accionamiento (una fuente de suministro de potencia eléctrica).

55 A continuación en el presente documento, se da una descripción específica de algunos ejemplos de aplicación de la batería secundaria. Debe indicarse que configuraciones de los ejemplos de aplicación respectivos descritos a continuación son meros ejemplos y pueden cambiarse según sea apropiado.

#### <3-1. Paquete de batería (batería única)>

60 La figura 3 ilustra una configuración en perspectiva de un paquete de batería que usa una batería única. La figura 4 ilustra una configuración de bloques del paquete de batería ilustrado en la figura 3. Debe indicarse que la figura 3 ilustra el paquete de batería en un estado en despiece ordenado.

65 El paquete de batería descrito anteriormente en el presente documento es un simple paquete de batería que usa una batería secundaria (un denominado paquete blando), y puede montarse, por ejemplo, en un aparato electrónico tipificado por un teléfono inteligente. Por ejemplo, el paquete de batería puede incluir una fuente de energía 111 que

es una batería secundaria de tipo película laminada, y una placa de circuito 116 acoplada a la fuente de energía 111, tal como se ilustra en la figura 3. Un contacto de cátodo 112 y un contacto de ánodo 113 pueden unirse a la fuente de energía 111.

Un par de cintas adhesivas 118 y 119 pueden adherirse a ambas superficies de lado de la fuente de energía 111. Un módulo de circuito de protección (PCM) puede proporcionarse en la placa de circuito 116. La placa de circuito 116 puede acoplarse al contacto de cátodo 112 a través de una pestaña 114, y acoplarse al contacto de ánodo 113 a través de una pestaña 115. Además, la placa de circuito 116 puede acoplarse a un contacto 117 dotado de un conector para conexión externa. Debe indicarse que mientras que la placa de circuito 116 está acoplada a la fuente de energía 111, la placa de circuito 116 puede estar protegida por una etiqueta 120 y una hoja aislante 121. La etiqueta 120 puede usarse para fijar, por ejemplo, la placa de circuito 116 y la hoja aislante 121.

Además, por ejemplo, el paquete de batería puede incluir la fuente de energía 111 y la placa de circuito 116 tal como se ilustra en la figura 4. La placa de circuito 116 puede incluir, por ejemplo, un controlador 121, una sección de conmutación 122, un dispositivo de coeficiente de temperatura positivo (PTC) 123 y un detector de temperatura 124. La fuente de energía 111 puede ser conectable al exterior a través de un terminal de cátodo 125 y un terminal de ánodo 127, y puede cargarse y descargarse a través del terminal de cátodo 125 y el terminal de ánodo 127. El detector de temperatura 124 puede detectar una temperatura con el uso de un terminal de detección de temperatura (un denominado terminal T) 126.

El controlador 121 controla un funcionamiento de todo el paquete de batería (incluyendo un estado usado de la fuente de energía 111), y puede incluir, por ejemplo, una unidad de procesamiento central (CPU) y una memoria.

Por ejemplo, en un caso en el que una tensión de batería alcanza una tensión de detección de sobrecarga, el controlador 121 puede provocar por tanto que la sección de conmutación 122 se desconecte de modo que una corriente de carga no fluya al interior de una trayectoria de corriente de la fuente de energía 111. Por otra parte, por ejemplo, en un caso en el que una gran corriente fluya durante la carga, el controlador 121 puede provocar que la sección de conmutación 122 se desconecte, bloqueando de ese modo la corriente de carga.

Por el contrario, por ejemplo, en un caso en el que la tensión de batería alcance una tensión de detección de sobredescarga, el controlador 121 puede provocar por tanto que se desconecte la sección de conmutación 122 de modo que una corriente de descarga no fluya en la trayectoria de corriente de la fuente de energía 111. Además, por ejemplo, en un caso en el que una gran corriente fluya durante la descarga, el controlador 121 puede provocar que la sección de conmutación 122 se desconecte, bloqueando de ese modo la corriente de descarga.

Debe indicarse que la tensión de detección de sobrecarga no está particularmente limitada, pero puede ser, por ejemplo, de  $4,2 \text{ V} \pm 0,05 \text{ V}$ , y la tensión de detección de sobredescarga no está particularmente limitada, pero puede ser, por ejemplo, de  $2,4 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ .

La sección de conmutación 122 conmuta el estado usado de la fuente de energía 111, es decir, presencia o ausencia de conexión de la fuente de energía 111 a un dispositivo externo según una instrucción desde el controlador 121. La sección de conmutación 122 puede incluir, por ejemplo, un conmutador de control de carga y un conmutador de control de descarga. Cada uno del conmutador de control de carga y el conmutador de control de descarga pueden ser, por ejemplo, un conmutador semiconductor tal como un transistor de efecto de campo que usa un semiconductor de óxido de metal (MOSFET). Debe indicarse que la corriente de carga y la corriente de descarga pueden detectarse basándose en la resistencia de activación de la sección de conmutación 122.

El detector de temperatura 124 mide una temperatura de la fuente de energía 111, y envía un resultado de la medición al controlador 121. El detector de temperatura 124 puede incluir, por ejemplo, un elemento de detección de temperatura, tal como un termistor. Debe indicarse que el resultado de la medición por el detector de temperatura 124 puede usarse, por ejemplo, en un caso en el que el controlador 121 realiza el control de carga y descarga en el momento de generación de calor anómala y en un caso en el que el controlador 121 realiza un proceso de corrección en el momento de cálculo de la capacidad restante.

Debe indicarse que la placa de circuito 116 puede no incluir el dispositivo PTC 123. En este caso, un dispositivo PTC puede unirse por separado a la placa de circuito 116.

### <3-2. Paquete de batería (batería ensamblada)>

La figura 5 ilustra una configuración de bloques de un paquete de batería que usa una batería ensamblada.

Por ejemplo, el paquete de batería puede incluir un controlador 61, una fuente de energía 62, una sección de conmutación 63, una sección de medición de corriente 64, un detector de temperatura 65, un detector de tensión 66, un controlador de conmutación 67, una memoria 68, un elemento de detección de temperatura 69, una resistencia de detección de corriente 70, un terminal de cátodo 71 y un terminal de ánodo 72 dentro de un alojamiento 60. El alojamiento 60 puede incluir, por ejemplo, un material plástico.

El controlador 61 controla un funcionamiento de todo el paquete de batería (incluyendo un estado usado de la fuente de energía 62). El controlador 61 puede incluir, por ejemplo, una CPU. La fuente de energía 62 puede ser, por ejemplo, una batería ensamblada que incluye dos o más baterías secundarias. Las baterías secundarias pueden conectarse en serie, en paralelo, o en combinación de serie-paralelo. Por ejemplo, la fuente de energía 62 puede incluir seis baterías secundarias en las que dos conjuntos de tres baterías conectadas en serie se conectan en paralelo entre sí.

La sección de conmutación 63 conmuta el estado usado de la fuente de energía 62, es decir, presencia o ausencia de conexión de la fuente de energía 62 a un dispositivo externo según una instrucción desde el controlador 61. La sección de conmutación 63 puede incluir, por ejemplo, un conmutador de control de carga, un conmutador de control de descarga, un diodo de carga y un diodo de descarga. Cada uno del conmutador de control de carga y el conmutador de control de descarga puede ser, por ejemplo, un conmutador semiconductor, tal como un transistor de efecto campo que usa un semiconductor de óxido de metal (MOSFET).

La sección de medición de corriente 64 mide una corriente con el uso de la resistencia de detección de corriente 70, y envía un resultado de la medición al controlador 61. El detector de temperatura 65 mide una temperatura con el uso del elemento de detección de temperatura 69, y envía un resultado de la medición al controlador 61. El resultado de la medición de temperatura puede usarse, por ejemplo, en un caso en el que el controlador 61 realiza un control de carga y descarga en el momento de generación de calor anómala y en un caso en el que el controlador 61 realiza un proceso de corrección en el momento de calcular la capacidad restante. El detector de tensión 66 mide tensiones de las baterías secundarias en la fuente de energía 62, realiza la conversión de analógico a digital en la tensión medida y suministra la resultante al controlador 61.

El controlador de conmutación 67 controla un funcionamiento de la sección de conmutación 63 según señales introducidas desde la sección de medición de corriente 64 y el detector de tensión 66.

Por ejemplo, en un caso en el que una tensión de batería alcanza una tensión de detección de sobrecarga, el controlador de conmutación 67 puede provocar por tanto que la sección de conmutación 63 (el conmutador de control de carga) se desconecte de modo que una corriente de carga no fluya en una trayectoria de corriente de la fuente de energía 62. Esto hace posible realizar solo descarga a través del diodo de descarga en la fuente de energía 62. Debe indicarse que, por ejemplo, cuando una gran corriente fluye durante la carga, el controlador de conmutación 67 puede bloquear la corriente de carga.

Además, por ejemplo, en un caso en el que la tensión de batería alcanza una tensión de detección de sobredescarga, el controlador de conmutación 67 puede provocar de ese modo que la sección de conmutación 63 (el conmutador de control de descarga) se desconecte de modo que una corriente de descarga no fluya en la trayectoria de corriente de la fuente de energía 62. Esto hace posible realizar carga solo a través del diodo de carga en la fuente de energía 62. Debe indicarse que, por ejemplo, cuando una gran corriente fluye durante la descarga, el controlador de conmutación 67 puede bloquear la corriente de descarga.

Debe indicarse que la tensión de detección de sobrecarga no está particularmente limitada, pero puede ser, por ejemplo, de  $4,2 \text{ V} \pm 0,05 \text{ V}$ , y la tensión de detección de sobredescarga no está particularmente limitada, pero puede ser, por ejemplo, de  $2,4 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ .

La memoria 68 puede incluir, por ejemplo, una EEPROM que es una memoria no volátil. La memoria 68 puede contener, por ejemplo, valores numéricos calculados por el controlador 61 e información de la batería secundaria medida en un proceso de fabricación (tal como la resistencia interna en un estado inicial). Debe indicarse que, en un caso en el que la memoria 68 contiene la capacidad de carga completa de la batería secundaria, se permite que el controlador 61 comprenda información tal como la capacidad restante.

El elemento de detección de temperatura 69 mide una temperatura de la fuente de energía 62, y envía un resultado de la medición al controlador 61. El elemento de detección de temperatura 69 puede incluir, por ejemplo, un termistor.

El terminal de cátodo 71 y el terminal de ánodo 72 son terminales que pueden acoplarse, por ejemplo, a un dispositivo externo (tal como un ordenador personal portátil) accionado con el uso del paquete de batería o un dispositivo externo (tal como un cargador de batería) usado para cargar el paquete de batería. La fuente de energía 62 se carga y se descarga a través del terminal de cátodo 71 y el terminal de ánodo 72.

### <3-3. Vehículo eléctrico>

La figura 6 ilustra una configuración de bloques de un automóvil híbrido que es un ejemplo de un vehículo eléctrico.

El vehículo eléctrico puede incluir, por ejemplo, un controlador 74, un motor 75, una fuente de energía 76, un motor de accionamiento 77, un diferencial 78, un generador eléctrico 79, una transmisión 80, un embrague 81, inversores 82 y 83, y diversos sensores 84 dentro de un alojamiento 73 hecho de un metal. Aparte de los componentes mencionados anteriormente, el vehículo eléctrico puede incluir, por ejemplo, un árbol de accionamiento delantero 85 y un neumático

delantero 86 que están acoplados al diferencial 78 y la transmisión 80, y un árbol de accionamiento trasero 87, y un neumático trasero 88.

El vehículo eléctrico puede hacerse funcionar con el uso de uno del motor 75 y el motor 77 como fuente de accionamiento, por ejemplo. El motor 75 es una fuente de energía principal, y puede ser, por ejemplo, un motor de gasolina. En un caso en el que el motor 75 se usa como fuente de energía, la potencia de accionamiento (par de fuerza) del motor 75 puede transferirse al neumático delantero 86 o al neumático trasero 88 a través del diferencial 78, la transmisión 80, y el embrague 81 que son secciones de accionamiento, por ejemplo. Debe indicarse que el par de fuerza del motor 75 también puede transferirse al generador eléctrico 79. Con el uso del par de fuerza, el generador eléctrico 79 genera potencia eléctrica de corriente alterna. La potencia eléctrica de corriente alterna generada se convierte en potencia eléctrica de corriente continua a través del inversor 83, y la potencia eléctrica convertida se acumula en la fuente de energía 76. En un caso en el que el motor 77 que es una sección de conversión se usa como fuente de energía, la potencia eléctrica (potencia eléctrica de corriente continua) suministrada desde la fuente de energía 76 se convierte en potencia eléctrica de corriente alterna a través del inversor 82, y el motor 77 se acciona con el uso de la potencia eléctrica de corriente alterna. La potencia de accionamiento (par de fuerza) obtenida convirtiendo la potencia eléctrica por el motor 77 puede transferirse al neumático delantero 86 o al neumático trasero 8 a través del diferencial 78, la transmisión 80, y el embrague 81 que son las secciones de accionamiento, por ejemplo.

Debe indicarse que en un caso en el que la velocidad del vehículo eléctrico se reduce por un mecanismo de freno, la resistencia en el momento de la reducción de velocidad puede transferirse al motor 77 como par de fuerza, y el motor 77 puede generar potencia eléctrica de corriente alterna utilizando el par de fuerzas. Puede ser preferible que esta potencia eléctrica de corriente alterna se convierta en potencia eléctrica de corriente continua a través del inversor 82, y la potencia eléctrica regenerativa de corriente continua se acumule en la fuente de energía 76.

El controlador 74 controla un funcionamiento de todo el vehículo eléctrico, y puede incluir, por ejemplo, una CPU. La fuente de energía 76 incluye una o más baterías secundarias. La fuente de energía 76 puede acoplarse a una fuente de energía externa, y puede permitirse que la fuente de energía 76 acumule potencia eléctrica recibiendo suministro de potencia eléctrica desde la fuente de energía externa. Los diversos sensores 84 pueden usarse, por ejemplo, para controlar el número de revoluciones del motor 75 y para controlar un nivel de apertura (un nivel de apertura de regulador) de un válvula de regulador. Los diversos sensores 84 pueden incluir, por ejemplo, uno o más de sensores, tales como un sensor de velocidad, un sensor de aceleración y un sensor de frecuencia de motor.

Debe indicarse que, aunque se ha dado la descripción con referencia a un ejemplo en el que el vehículo eléctrico es el automóvil híbrido, el vehículo eléctrico puede ser un vehículo (un automóvil eléctrico) que funciona con el uso de solo la fuente de energía 76 y el motor 77 y sin usar el motor 75.

#### <3-4. Sistema de almacenamiento de potencia eléctrica >

La figura 7 ilustra una configuración de bloques de un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica.

El sistema de almacenamiento de potencia eléctrica puede incluir, por ejemplo, un controlador 90, una fuente de energía 91, un contador inteligente 92, y un enchufe de potencia de múltiples puertos 93 dentro de una casa 89, tal como una residencia general o un edificio comercial.

En este ejemplo, la fuente de energía 91 puede acoplarse a un dispositivo eléctrico 94 proporcionado dentro de la casa 89 y puede permitirse que se acople a un vehículo eléctrico 96 estacionado fuera de la casa 89, por ejemplo. Además, por ejemplo, la fuente de energía 91 puede acoplarse a un generador de potencia privado 95 proporcionado en la casa 89 a través del enchufe de potencia de múltiples puertos 93, y puede permitirse que se acople a un sistema de potencia eléctrica de concentración externo 97 a través del contador inteligente 92 y el enchufe de potencia de múltiples puertos 93.

Debe indicarse que el dispositivo eléctrico 94 puede incluir, por ejemplo, uno o más productos eléctricos domésticos. Ejemplos no limitantes de los productos eléctricos domésticos pueden incluir un refrigerador, un aire acondicionado, un televisor y un calentador de agua. El generador de potencia privado 95 puede incluir, por ejemplo, uno o más de un generador de energía solar, un generador de energía eólica y otros generadores de energía. El vehículo eléctrico 96 puede incluir, por ejemplo, uno o más de un automóvil eléctrico, una motocicleta eléctrica, un automóvil híbrido y otros vehículos eléctricos. El sistema de potencia eléctrica de concentración 97 puede incluir, por ejemplo, una o más de una planta de energía térmica, una planta de energía atómica, una planta de energía hidráulica, una planta de energía eólica y otras plantas de energía.

El controlador 90 controla un funcionamiento de todo el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica (incluyendo un estado usado de la fuente de energía 91), y puede incluir, por ejemplo, una CPU. La fuente de energía 91 incluye una o más baterías secundarias. El contador inteligente 92 puede ser un contador de potencia eléctrica compatible con una red y proporcionado en la casa 89 que demanda potencia eléctrica, y puede comunicarse con un proveedor de potencia eléctrica, por ejemplo. Por consiguiente, por ejemplo, mientras que el contador inteligente 92 se comunica con el exterior, el contador inteligente 92 controla el equilibrio entre suministro y demanda en la casa 89, lo que permite

un suministro de energía eficaz y estable.

En el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, por ejemplo, puede acumularse potencia eléctrica en la fuente de energía 91 del sistema de potencia eléctrica de concentración 97, es decir, una fuente de energía externa, a través del contador inteligente 92 y el enchufe de potencia de múltiples puertos 93, y puede acumularse potencia eléctrica en la fuente de energía 91 desde el generador de potencia privado 95, que es una fuente de energía independiente, a través del enchufe de potencia de múltiples puertos 93. La potencia eléctrica acumulada en la fuente de energía 91 se suministra al dispositivo eléctrico 94 y al vehículo eléctrico 96 según una instrucción desde el controlador 90. Esto permite que el dispositivo eléctrico 94 pueda funcionar, y permite que el vehículo eléctrico 96 pueda cargarse. En otras palabras, el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica es un sistema que hace posible acumular y suministrar potencia eléctrica en la casa 89 con el uso de la fuente de energía 91.

La potencia eléctrica acumulada en la fuente de energía 91 se permite que se use opcionalmente. Por tanto, por ejemplo, puede acumularse potencia eléctrica en la fuente de energía 91 desde el sistema de potencia eléctrica de concentración 97 en mitad de la noche cuando una tarifa eléctrica es barata, y la potencia eléctrica acumulada en la fuente de energía 91 puede usarse durante horas diurnas cuando la tarifa eléctrica es cara.

Debe indicarse que el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica mencionado anteriormente puede proporcionarse para cada hogar (cada unidad familiar), o puede proporcionarse para una pluralidad de hogares (una pluralidad de unidades familiares).

Además, el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica puede aplicarse no solo a las aplicaciones de consumidor tales como la residencia general mencionado anteriormente, sino también a aplicaciones comerciales tales como el sistema de potencia eléctrica de concentración 97, es decir, una fuente de suministro de potencia eléctrica tipificada por una planta de energía térmica, una planta de energía atómica, una planta de energía hidráulica y una planta de energía eólica. Más específicamente, se ha dado la descripción en relación con el caso en el que el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica se aplica a aplicaciones domésticas; sin embargo, el sistema de almacenamiento de potencia eléctrica puede aplicarse, por ejemplo, a aplicaciones industriales tales como una red de potencia eléctrica para potencia conectada a la red (denominada red) que va a usarse como aparato de almacenamiento eléctrico.

### <3-5. Herramienta de potencia eléctrica>

La figura 8 ilustra una configuración de bloques de una herramienta de potencia eléctrica.

La herramienta de potencia eléctrica descrita en este caso puede ser, por ejemplo, una taladradora eléctrica. La herramienta de potencia eléctrica puede incluir un controlador 99 y una fuente de energía 100 dentro de un cuerpo de herramienta 98, por ejemplo. Una sección de taladradora 101 que es una sección móvil puede unirse al cuerpo de la herramienta 98 de manera operable (rotatoria), por ejemplo.

El cuerpo de herramienta 98 puede incluir, por ejemplo, un material plástico. El controlador 99 controla un funcionamiento de toda la herramienta potencia eléctrica (incluyendo un estado usado de la fuente de energía 100), y puede incluir, por ejemplo, una CPU. La fuente de energía 100 incluye una o más baterías secundarias. El controlador 99 permite que se suministre potencia eléctrica desde la fuente de energía 100 hasta la sección de taladradora 101 según un funcionamiento mediante un conmutador de funcionamiento.

### Ejemplos

Se da una descripción de ejemplos de la tecnología.

(Ejemplos experimentales 1 a 4)

Se fabricaron las baterías secundarias bipolares (baterías secundarias de iones de litio) ilustradas en la figura 1, y posteriormente se evaluaron las características de las baterías secundarias.

#### Fabricación de batería secundaria

El cátodo 10 se fabricó de la siguiente manera. En primer lugar, se mezclaron 90 partes en masa de un material activo de cátodo ( $\text{LiFePO}_4$  que era un compuesto de fosfato que contenía litio), 5 partes en masa de un aglutinante de cátodo (fluoruro de polivinilideno) y 5 partes en masa de un conductor de cátodo (negro de carbón) se mezclaron para obtener una mezcla de cátodo. Posteriormente, la mezcla de cátodo se puso en un disolvente orgánico (N-metil-2-pirrolidona), y después se agitó el disolvente orgánico para obtener lechada de mezcla de cátodo en pasta. Posteriormente, una sola superficie del colector de corriente de cátodo 11 (una lámina de aluminio que tiene un grosor de 15  $\mu\text{m}$ ) se recubrió con la lechada de mezcla de cátodo usando un aparato de recubrimiento, y después se secó la lechada de mezcla de cátodo para formar la primera capa de material activo de cátodo 12. Por último, la primera capa de material activo de cátodo 12 se moldeó por compresión usando una máquina de prensado de rodillos.

El ánodo 20 se fabricó de la siguiente manera. En primer lugar, se mezclaron 90 partes en masa de un material activo de ánodo ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  que era un óxido de compuesto de litio-titanio), 5 partes en masa de un aglutinante de ánodo (fluoruro de polivinilideno) y 5 partes en masa de un conductor de ánodo (negro de carbón) se mezclaron para obtener una mezcla de ánodo. Posteriormente, la mezcla de ánodo se puso en un disolvente orgánico (N-metil-2-pirrolidona), y después se agitó el disolvente orgánico para obtener lechada de mezcla de ánodo en pasta. Posteriormente, una sola superficie del colector de corriente de ánodo 21 (una lámina de aluminio que tiene un grosor de  $15\text{ }\mu\text{m}$ ) se recubrió con la lechada de mezcla de ánodo, y después de esto, se secó la lechada de mezcla de ánodo para formar la primera capa de material activo de ánodo 22. Por último, la primera capa de material activo de ánodo 22 se moldeó por compresión usando una máquina de prensado de rodillos.

El electrodo intermedio 30 se fabricó de la siguiente manera. La segunda capa de material activo de ánodo 32 se formó sobre una superficie del colector de corriente intermedio 31 (una lámina de aluminio que tiene un grosor de  $15\text{ }\mu\text{m}$ ) mediante un procedimiento similar al procedimiento mencionado anteriormente de formación de la primera capa de material activo de ánodo 22, y después de esto, la segunda capa de material activo de cátodo 33 se formó sobre la otra superficie del colector de corriente intermedio 31 mediante un procedimiento similar al procedimiento mencionado anteriormente de formación de la primera capa de material activo de cátodo 12.

La disolución electrolítica se preparó de la siguiente manera. Se añadió una sal de electrolito a un disolvente y se agitó el disolvente. El tipo del disolvente, el tipo de la sal de electrolito y el contenido (mol/kg) de la sal de electrolito son tal como se ilustran en la tabla 1. En este caso, el contenido de la sal de electrolito se estableció para hacer un número N1 de moléculas de la sal de electrolito igual a o mayor que un número N2 de moléculas del disolvente. Además, para la comparación, el contenido de la sal de electrolito se estableció para hacer que el número N1 de las moléculas de la sal de electrolito fuera menor que el número N2 de moléculas del disolvente. En la tabla 1, "Relación" indica una relación entre el número N1 de moléculas de la sal de electrolito y el número N2 de moléculas del disolvente. Debe indicarse que un método para examinar si el número N1 de moléculas era o no igual a o mayor que el número N2 de moléculas fue tal como se describió anteriormente (espectroscopia Raman).

En este caso, se usaron como disolvente carbonato de propileno (PC), carbonato de dimetilo (DMC), carbonato de etilmetilo (EMC) y acetonitrilo (AN). Como sal de electrolito se usaron tetrafluoroborato de litio ( $\text{LiBF}_4$ ), hexafluorofosfato de litio ( $\text{LiPF}_6$ ) y bis(fluorosulfonil)amida de litio (LiFSA). Una relación de mezcla (relación en peso) de disolventes fue carbonato de propileno:carbonato de dimetilo:carbonato de etilmetilo=40:30:30.

[Tabla 1]

Material activo de cátodo:  $\text{LiFePO}_4$  Material activo de ánodo:  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$

| Ejemplo experimental | Disolución electrolítica |                    |                    |                            | Eficiencia de carga-descarga (%) | Conductividad eléctrica ( $\text{m}\Omega/\text{cm}$ ) |
|----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                      | Disolvente               | Sal de electrolito | Contenido (mol/kg) | Relación                   |                                  |                                                        |
| 1                    | PC                       | $\text{LiBF}_4$    | 4                  | $\text{N1} \geq \text{N2}$ | 88,5                             | 0,41                                                   |
| 2                    | PC                       | $\text{LiPF}_6$    | 4                  | $\text{N1} \geq \text{N2}$ | 78,0                             | 0,35                                                   |
| 3                    | AN                       | LiFSA              | 5                  | $\text{N1} \geq \text{N2}$ | 13,9                             | 28,9                                                   |
| 4                    | PC+DMC+EMC               | $\text{LiPF}_6$    | 1                  | $\text{N1} < \text{N2}$    | No descargable                   | 8,7                                                    |

Cada una de las baterías secundarias se ensambló de la siguiente manera. El cátodo 10 y el electrodo intermedio 30 se apilaron con el separador 40 (una película de celulosa que tiene un grosor de  $20\text{ }\mu\text{m}$ ) impregnado con la disolución electrolítica entre los mismos, y el ánodo 20 y el electrodo intermedio 30 se apilaron con el separador 40 (una película de celulosa que tiene un grosor de  $20\text{ }\mu\text{m}$ ) impregnado con la disolución electrolítica entre los mismos. En este caso, la primera capa de material activo de cátodo 12 y la segunda capa de material activo de ánodo 32 se orientaron la una hacia la otra con el separador 40 entre las mismas, y la primera capa de material activo de ánodo 22 y la segunda capa de material de cátodo activo 33 se orientaron la una hacia la otra con el separador 40 entre las mismas.

Por tanto, se formó una estructura apilada que incluía el cátodo 10, el ánodo 20, el electrodo intermedio 30 y los separadores 40, y cada uno del cátodo 10, el ánodo 20, el electrodo intermedio 30 y los separadores 40 se impregnó con la disolución electrolítica. Por tanto, se completaron las baterías secundarias.

#### Evaluación de baterías secundarias

Se examinaron las características de carga-descarga iniciales de las baterías secundarias para evaluar las características de batería de las baterías secundarias, y se examinó la conductividad de la disolución electrolítica para evaluar las propiedades físicas de la disolución electrolítica, y de ese modo se obtuvieron los resultados ilustrados en la tabla 1.

Las características iniciales de carga-descarga se examinaron de la siguiente manera. En primer lugar, cada una de las baterías secundarias se cargaron y descargaron en un entorno de temperatura normal (a una temperatura de 23°C) para estabilizar un estado de batería de cada una de las baterías secundarias. Posteriormente, cada una de las baterías secundarias se cargó en el mismo entorno para medir la capacidad de carga de cada una de las baterías secundarias. Después de eso, cada una de las baterías secundarias se descargó en el mismo entorno para medir la capacidad de descarga de cada una de las baterías secundarias. Por último, se calculó la eficiencia de carga-descarga (%) = (capacidad de descarga/capacidad de carga) x100.

Cuando se cargó cada una de las baterías secundarias, cada una de las baterías secundarias se cargó a una corriente constante de 0,2 C hasta que la tensión alcanzó 4,8 V, y después de eso, cada una de las baterías secundarias se cargó a una tensión constante de 4,8 V hasta que la corriente correspondió a 1/30 de la corriente inicial (=0,2 C). Cuando se descargó cada una de las baterías secundarias, cada una de las baterías secundarias se descargó a una corriente constante de 0,2 C hasta que la tensión alcanzó 1,0 V. Debe indicarse que "0,2 C" se refiere a un valor de corriente en el que la capacidad de batería (capacidad teórica) se descarga completamente en 5 horas.

La conductividad se examinó de la siguiente manera. La conductividad eléctrica (mΩ/cm) de la disolución electrolítica se midió en un entorno de temperatura normal (a una temperatura de 23°C) con el uso de MCM10 y WTSH10 disponibles en Bio-Logic Science Instruments SAS ubicada en Francia.

#### Consideración

En un caso en el que se usó una disolución electrolítica de baja concentración, en la que se estableció el contenido de la sal de electrolito para hacer que el número N1 de moléculas de la sal de electrolito fuera menor que el número N2 de moléculas del disolvente (ejemplo experimental 4), la resistencia al voltaje de la disolución electrolítica era insuficiente, tal como se ilustra en la tabla 1; por lo tanto, fue posible cargar la batería secundaria, pero no fue posible descargar la batería secundaria después de la carga.

Por el contrario, en un caso en el que se usó una disolución electrolítica de alta concentración en la que el contenido de sal de electrolito se estableció para hacer que el número N1 de moléculas de la sal de electrolito fuera igual a o mayor que el número N2 de moléculas del disolvente (ejemplos experimentales 1 a 3), se garantizó la resistencia al voltaje; por tanto, fue posible cargar y descargar la batería secundaria.

En particular, en un caso en el que el número N1 de moléculas era igual a o mayor que el número N2 de moléculas, se obtuvo la siguiente tendencia. En primer lugar, en un caso en el que el disolvente incluía carbonato de propileno y la sal de electrolito incluía tetrafluoroborato de litio o hexafluorofosfato de litio (los ejemplos experimentales 1 y 2), la eficiencia de carga-descarga aumentó notablemente. En segundo lugar, en un caso en el que el disolvente incluía acetonitrilo y la sal de electrolito incluía bis(fluorosulfonil)amida de litio (el ejemplo experimental 3), se aumentó notablemente la conductividad eléctrica.

Tal como puede verse en los resultados ilustrados en la tabla 1, en la batería secundaria bipolar en la que cada uno del ánodo y el electrodo intermedio incluían el compuesto que contiene titanio, la concentración de la sal de electrolito se estableció para hacer que el número de moléculas de la sal de electrolito fuera igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente en la disolución electrolítica, lo que mejoró las características iniciales de carga-descarga. Por consiguiente, se obtuvieron características de batería superiores en la batería secundaria.

Aunque se ha descrito la tecnología anteriormente haciendo referencia a algunas realizaciones y ejemplos, la tecnología no está limitada a los mismos, y puede modificarse de diversas maneras.

Específicamente, se ha dado la descripción con referencia a un ejemplo en el que el cátodo, el ánodo, el electrodo intermedio y el separador forman una estructura apilada, pero el cátodo, el ánodo, el electrodo intermedio y el separador pueden formar cualquier otra estructura, tal como una estructura enrollada en espiral. En un caso en el que se adopta una estructura enrollada en espiral, por ejemplo, el cátodo, el ánodo, el electrodo intermedio y el separador se apilan tal como se ilustra en la figura 1, y después de esto el cátodo, el ánodo, el electrodo intermedio y el separador se enrollan en espiral.

Además, se ha dado la descripción con referencia a la batería secundaria de iones de litio; sin embargo, la batería secundaria no se limita a esto. La batería secundaria puede ser, por ejemplo, una batería secundaria en la que la capacidad de un material activo de ánodo que tiene capacidad para insertar y extraer litio se establece que sea menor que la capacidad de un cátodo para obtener capacidad de un ánodo mediante la suma de la capacidad derivada de un fenómeno de inserción de litio y un fenómeno de extracción de litio y la capacidad derivada de un fenómeno de precipitación de litio y de un fenómeno de disolución de litio.

Además, se ha dado la descripción con referencia a la batería secundaria que usa litio como reactante de electrodo; sin embargo, el reactante de electrodo no está limitado al litio. El reactivo de electrodo puede ser, por ejemplo, cualquiera de otros elementos del grupo 1, tales como sodio y potasio en la forma larga de la tabla periódica de los elementos, elementos del grupo 2 tales como magnesio y calcio en la forma larga de la tabla periódica de los

elementos, y otros metales ligeros tales como aluminio.

Debe indicarse que la tecnología puede tener las siguientes configuraciones.

5 (1) Una batería secundaria, que incluye:

un cátodo que incluye un colector de corriente de cátodo y una primera capa de material activo de cátodo, estando la primera capa activa de cátodo proporcionada sobre el colector de corriente de cátodo;

10 un ánodo que incluye un colector de corriente de ánodo y una primera capa de material activo de ánodo, estando la primera capa de material activo de ánodo proporcionada sobre el colector de corriente de ánodo para orientarse hacia la primera capa de material de cátodo y que incluye un compuesto que contiene titanio;

15 un electrodo intermedio proporcionado entre el cátodo y el ánodo y que incluye un colector de corriente intermedio, una segunda capa de material activo de ánodo y una segunda capa de material activo de cátodo, estando la segunda capa de material activo de ánodo proporcionada sobre el colector de corriente intermedio para orientarse hacia la primera capa de material activo de cátodo y que incluye el compuesto que contiene titanio, y estando la segunda capa de material activo de cátodo proporcionada sobre el colector de corriente intermedio para orientarse hacia la primera capa de material activo de ánodo; y

20 una disolución electrolítica que incluye un disolvente y una sal de electrolito y que tiene un número de moléculas de la sal de electrolito igual a o mayor que el número de moléculas del disolvente.

25 (2) La batería secundaria según (1), en la que un contenido de sal de electrolito con respecto al disolvente es de 2 mol/kg o más.

(3) La batería secundaria según (2), en la que el contenido de sal de electrolito con respecto al disolvente es de 3 mol/kg o más.

30 (4) La batería secundaria según una cualquiera de (1) a (3), en la que el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye tetrafluoroborato de litio ( $\text{LiBF}_4$ ),

el disolvente incluye el carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye hexafluorofosfato de litio ( $\text{LiPF}_6$ ), o

35 el disolvente incluye acetonitrilo y la sal de electrolito incluye bis(fluorosulfonil)amida de litio ( $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{F})_2$ ).

(5) La batería secundaria según una cualquiera de (1) a (4), en la que el compuesto que contiene titanio incluye una o más de un óxido de titanio representado por la siguiente fórmula (1) y los respectivos óxidos de compuesto de litio-titanio representados por las siguientes fórmulas (2), (3) y (4);

40  $\text{TiO}_w \dots (1)$

donde w satisface  $1,85 \leq w \leq 2,15$ ,

45  $\text{Li}[\text{Li}_x\text{M1}_{(1-3x)/2}\text{Ti}_{(3+x)/2}]\text{O}_4 \dots (2)$

donde M1 es uno o más de magnesio (Mg), calcio (Ca), cobre (Cu), zinc (Zn) y estroncio (Sr), y "x" satisface  $0 \leq x \leq 1/3$ ,

$\text{Li}[\text{Li}_y\text{M2}_{1-3y}\text{Ti}_{1+2y}]\text{O}_4 \dots (3)$

50 donde M2 es uno o más de aluminio (Al), escandio (Sc), cromo (Cr), manganeso (Mn), hierro (Fe), germanio (Ge), galio (Ga) e itrio (Y), e "y" satisface  $0 \leq y \leq 1/3$ , y

$\text{Li}[\text{Li}_{1/3}\text{M3}_z\text{Ti}_{(5/3-z)}]\text{O}_4 \dots (4)$

55 donde M3 es uno o más de vanadio (V), circonio (Zr) y niobio (Nb), y "z" satisface  $0 \leq z \leq 2/3$ .

(6) La batería secundaria según una cualquiera de (1) a (5), en la que la batería secundaria es una batería secundaria de iones de litio.

60 (7) Un paquete de batería, que incluye:

la batería secundaria según una cualquiera de (1) a (6);

65 un controlador que controla un funcionamiento de la batería secundaria; y

una sección de conmutación que conmuta el funcionamiento de la batería secundaria según una instrucción desde el controlador.

(8) Un vehículo eléctrico, que incluye:

- 5 la batería secundaria según una cualquiera de (1) a (6);
- un convertidor que convierte potencia eléctrica suministrada desde la batería secundaria en potencia de accionamiento;
- 10 una sección de accionamiento que funciona según la potencia de accionamiento; y
- un controlador que controla un funcionamiento de la batería secundaria.

(9) Un sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, que incluye:

- la batería secundaria según una cualquiera de (1) a (6);
- uno o más dispositivos eléctricos que se suministran con potencia eléctrica de la batería secundaria; y
- 20 un controlador que controla el suministro de la potencia eléctrica desde la batería secundaria al uno o más dispositivos eléctricos.

(10) Una herramienta de potencia eléctrica, que incluye:

- 25 la batería secundaria según una cualquiera de (1) a (6); y
- una sección móvil que se suministra con potencia eléctrica desde la batería secundaria.

(11) Un aparato electrónico que incluye la batería secundaria según una cualquiera de (1) a (6) como fuente de alimentación de potencia eléctrica.

## REIVINDICACIONES

1. Batería secundaria, que comprende:

un cátodo que incluye un colector de corriente de cátodo y una primera capa de material activo de cátodo, estando la primera capa activa de cátodo proporcionada sobre el colector de corriente de cátodo;

un ánodo que incluye un colector de corriente de ánodo y una primera capa de material activo de ánodo, estando la primera capa de material activo de ánodo proporcionada sobre el colector de corriente de ánodo para orientarse hacia la primera capa de material activo de cátodo y que incluye un compuesto que contiene titanio;

un electrodo intermedio proporcionado entre el cátodo y el ánodo y que incluye un colector de corriente intermedio, una segunda capa de material activo de ánodo y una segunda capa de material activo de cátodo, estando la segunda capa de material activo de ánodo proporcionada sobre el colector de corriente intermedio para orientarse hacia la primera capa de material activo de cátodo y que incluye el compuesto que contiene titanio, y estando la segunda capa de material activo de cátodo proporcionada sobre el colector de corriente intermedio para orientarse hacia la primera capa de material activo de ánodo;

y

una disolución electrolítica que incluye un disolvente y una sal de electrolito y que tiene un número de moléculas de la sal de electrolito igual o superior al número de moléculas del disolvente.

2. Batería secundaria según la reivindicación 1, en la que un contenido de la sal de electrolito con respecto al disolvente es de 2 mol/kg o más.

3. Batería secundaria según la reivindicación 2, en la que el contenido de la sal de electrolito con respecto al disolvente es de 3 mol/kg o más.

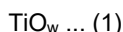
4. Batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que

el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye tetrafluoroborato de litio ( $\text{LiBF}_4$ ),

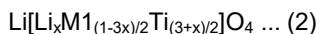
el disolvente incluye carbonato de propileno y la sal de electrolito incluye hexafluorofosfato de litio ( $\text{LiPF}_6$ ), o

el disolvente incluye acetonitrilo y la sal de electrolito incluye bis(fluorosulfonil)imida de litio ( $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{FO})_2$ ).

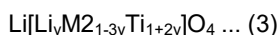
5. Batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el compuesto que contiene titanio incluye uno o más de un óxido de titanio representado por la siguiente fórmula (1) y los respectivos óxidos de compuesto de litio-titanio representados por las siguientes fórmulas (2), (3) y (4),



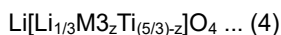
donde w satisface  $1,85 \leq w \leq 2,15$ ,



donde M1 es uno o más de magnesio (Mg), calcio (Ca), cobre (Cu), zinc (Zn) y estroncio (Sr), y "x" satisface  $0 \leq x \leq 1/3$ ,



donde M2 es uno o más de aluminio (Al), escandio (Sc), cromo (Cr), manganeso (Mn), hierro (Fe), germanio (Ge), galio (Ga) e itrio (Y), e "y" satisface  $0 \leq y \leq 1/3$ , y



donde M3 es uno o más de vanadio (V), circonio (Zr) y niobio (Nb), y "z" satisface  $0 \leq z \leq 2/3$ .

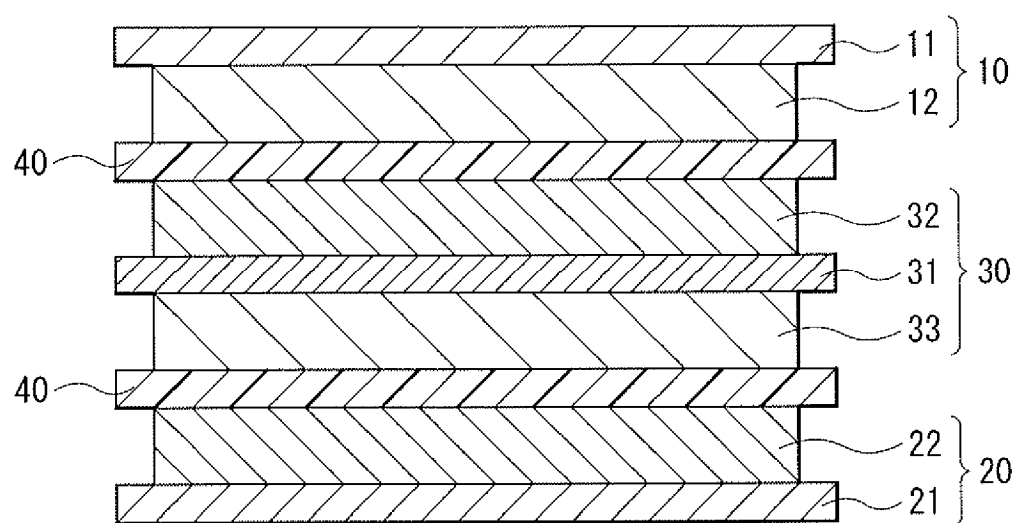
6. Batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la batería secundaria es una batería secundaria de iones de litio.

7. Paquete de batería, que comprende:

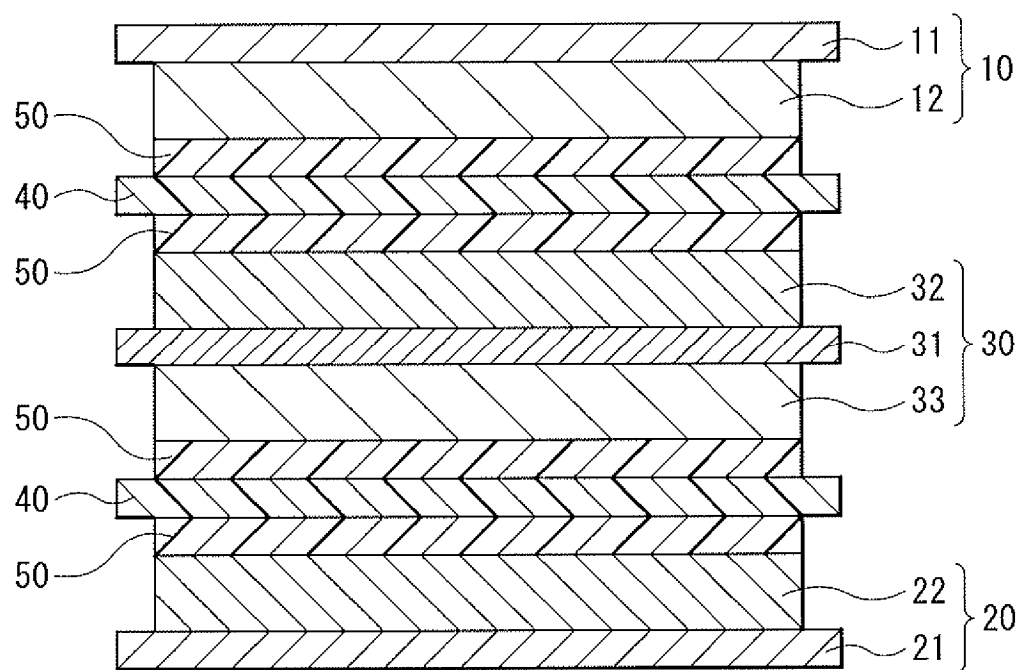
una batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;

- un controlador que controla un funcionamiento de la batería secundaria; y
- 5 una sección de conmutador que conmuta el funcionamiento de la batería secundaria según una instrucción desde el controlador.
8. Vehículo eléctrico, que comprende:
- 10 una batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;
- un convertidor que convierte potencia eléctrica suministrada desde la batería secundaria en potencia de accionamiento;
- 15 una sección de accionamiento que funciona según la potencia de accionamiento; y
- un controlador que controla un funcionamiento de la batería secundaria.
9. Sistema de almacenamiento de potencia eléctrica, que comprende:
- 20 una batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;
- uno o más dispositivos eléctricos que se suministran con potencia eléctrica desde la batería secundaria; y
- 25 un controlador que controla el suministro de la potencia eléctrica desde la batería secundaria hasta el uno o más dispositivos eléctricos.
10. Herramienta de potencia eléctrica, que comprende:
- 30 una batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y
- una sección móvil que se suministra con potencia eléctrica desde la batería secundaria.
11. Aparato electrónico que comprende una batería secundaria según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 tal como una fuente de alimentación de potencia eléctrica.
- 35

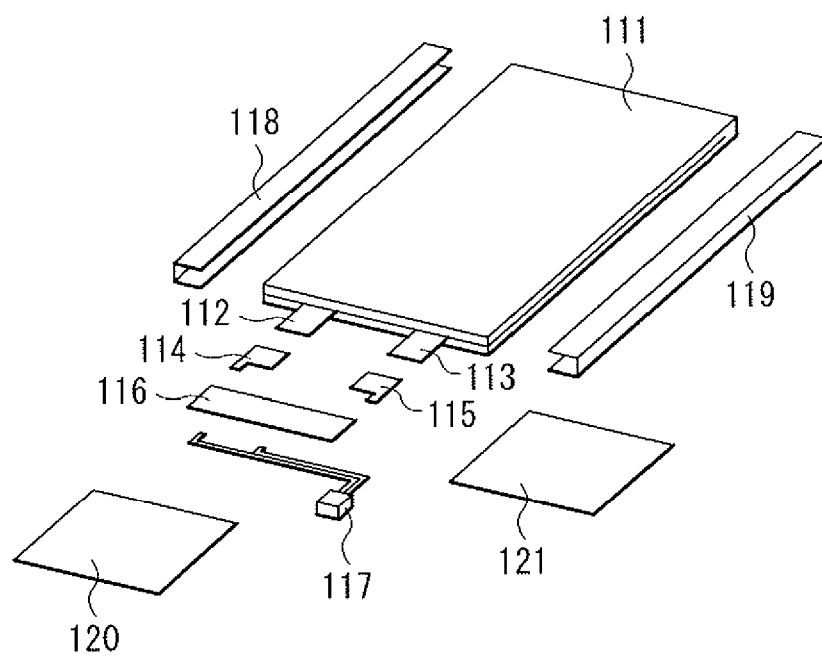
[Fig. 1]



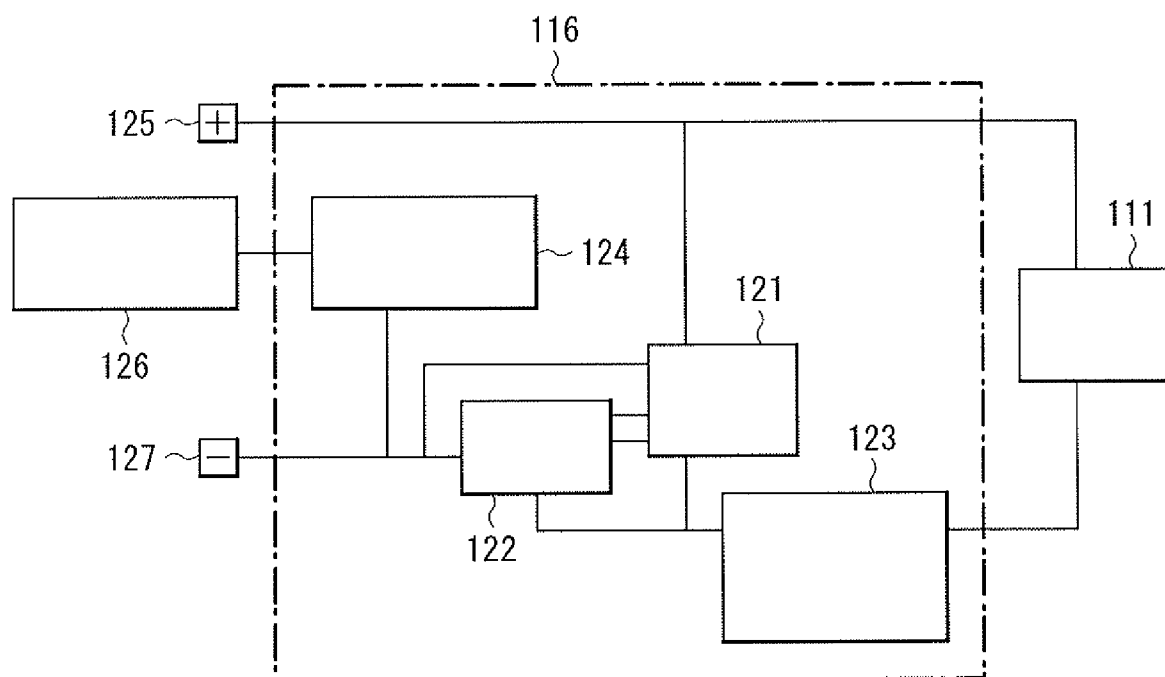
[Fig. 2]



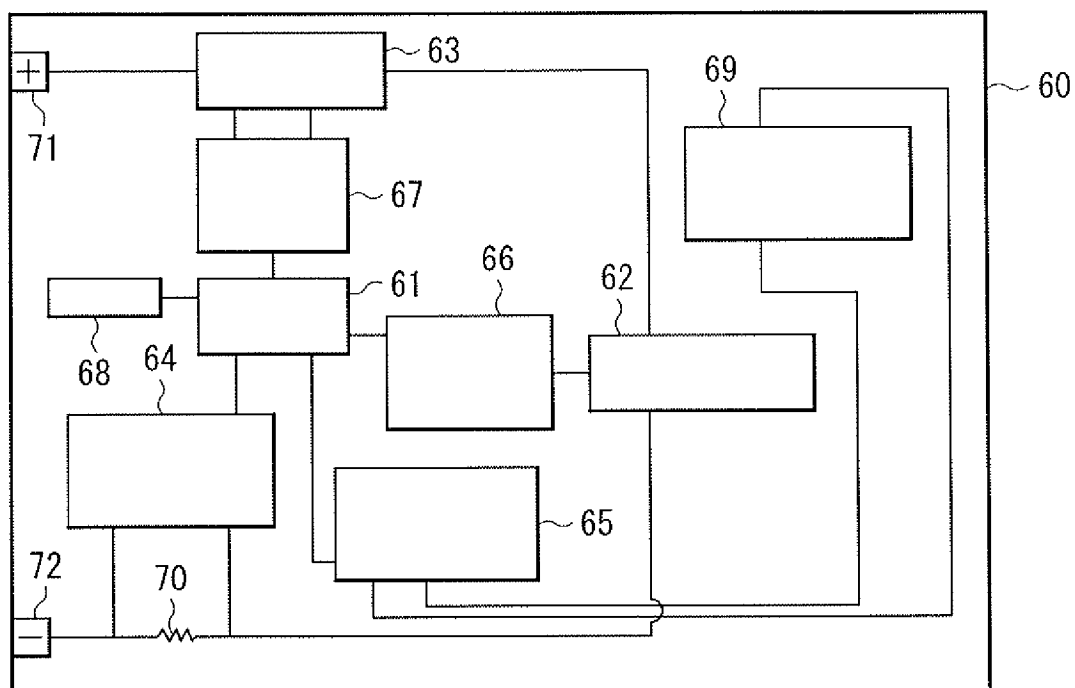
[Fig. 3]



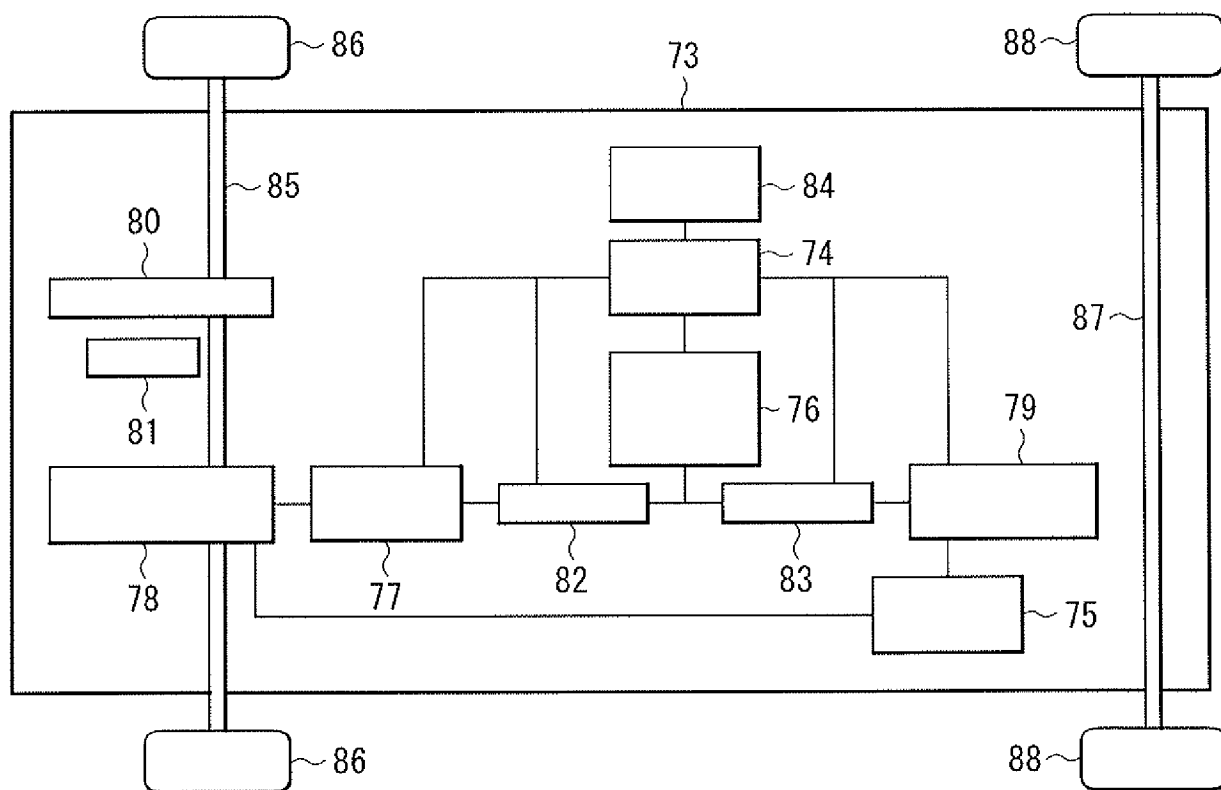
[Fig. 4]



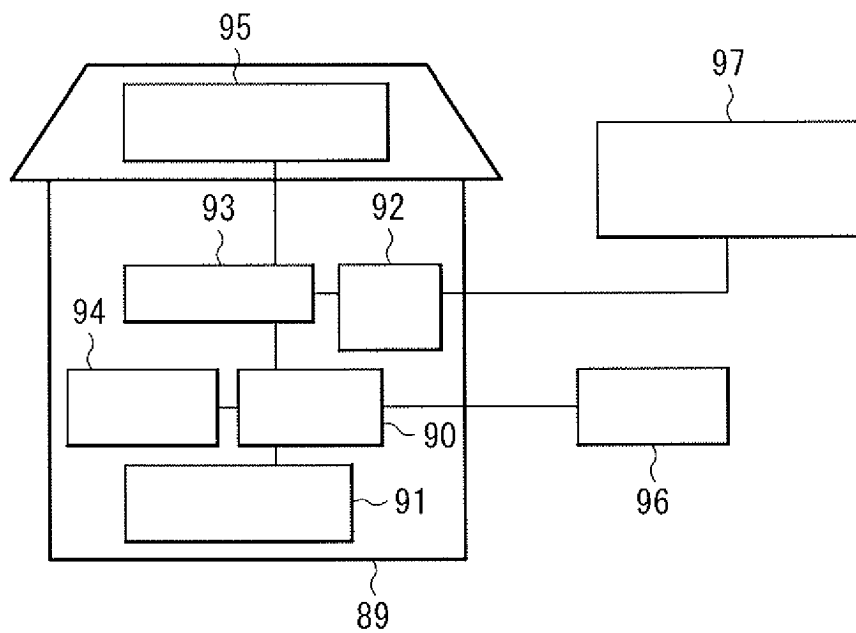
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

