

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 223**

51 Int. Cl.:

G01N 27/04 (2006.01)

H01M 4/13 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2019** **PCT/KR2019/008599**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2020** **WO20091188**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2019** **E 19880666 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 3751263**

54 Título: **Método para determinar la dispersabilidad de la capa de material de electrodo**

30 Prioridad:

30.10.2018 KR 20180131267

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

29.11.2024

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

PARK, JI HYE y
KIM, SEOK KOO

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 990 223 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

Método para determinar la dispersabilidad de la capa de material de electrodo

5 **[Sector de la técnica]****Referencia cruzada a solicitud relacionada**

10 Esta solicitud reivindica los beneficios de la solicitud de patente coreana n.º 10-2018-0131267 presentada el 30 de octubre de 2018 en las Oficinas de Propiedad Intelectual de Corea.

La presente invención se refiere a un método para comprobar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo, y en particular se refiere a un método para comprobar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo midiendo una tensión de una capa de material de electrodo.

15 **[Estado de la técnica]**

A medida que aumentan los avances técnicos y las demandas de los dispositivos móviles, las demandas de baterías recargables como fuentes de alimentación aumentan vertiginosamente, y una batería recargable de litio que tiene una alta densidad de energía y potencial operativo, una larga vida útil y una baja tasa de autodescarga se está volviendo disponible comercialmente y es ampliamente utilizada entre las baterías recargables.

25 Además, como recientemente ha aumentado el interés en las cuestiones ambientales, se están realizando estudios sobre vehículos eléctricos (EV) y vehículos eléctricos híbridos (HEV) que pueden sustituir a los vehículos que utilizan combustibles fósiles tales como la gasolina o el diésel, una de las principales causas de la contaminación del aire. Las baterías recargables de litio con una alta densidad de energía, una alta tensión de descarga y estabilidad de salida se estudian y utilizan principalmente como fuentes de alimentación de los vehículos eléctricos (EV) y los vehículos eléctricos híbridos (HEV).

30 La batería recargable de litio se fabrica generalmente instalando un conjunto de electrodos que incluye un electrodo positivo, un electrodo negativo y una película de separación en una caja de batería mientras se impregna en una solución electrolítica, y el electrodo positivo o el electrodo negativo se fabrica dispersando un material de electrodo tal como un material activo, un material conductor o un aglutinante en un disolvente para fabricar una suspensión de electrodo, y revistiéndolo sobre un colector de corriente de electrodo, secándolo y laminándolo.

35 En este caso, el rendimiento de la batería recargable de litio está influenciado por el electrodo fabricado. Por ejemplo, el rendimiento de la batería recargable de litio depende de la uniformidad de la superficie cuando se aplica una suspensión de electrodo al colector de corriente del electrodo, la adherencia del colector de corriente del electrodo y el material de electrodo cuando se seca, y una relación de contenido de los materiales de electrodo.

40 Entre ellos, la dispersabilidad de los materiales que configuran el material de electrodo es muy importante para mejorar el rendimiento de la batería recargable de litio. Entre ellos, en particular, cuando la dispersabilidad del material conductor no se realiza bien, la desviación de la conductividad electrónica del electrodo aumenta, lo que influye en el rendimiento general, como una característica de salida, una característica de velocidad y una característica de vida útil de la batería recargable de litio debido a razones tales como un aumento de la resistencia.

50 Por lo tanto, un electrodo con muy mala dispersabilidad es defectuoso y genera sustancialmente varios problemas según el uso de la batería, pero no existe un método para determinar la dispersabilidad con un esquema no destructivo, por lo que no se encuentra ningún defecto en la dispersabilidad del electrodo y las quejas de los clientes continúan.

Por consiguiente, existe una gran necesidad de un método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo de acuerdo con un esquema no destructivo para determinar la calidad con respecto a la distribución uniforme dentro de un electrodo.

55 **[Objeto de la invención]****[Problema técnico]**

60 La presente invención se ha realizado en un esfuerzo por resolver los problemas de la técnica y los objetos técnicos relacionados que se han solicitado en el pasado.

La presente invención se ha realizado en un esfuerzo por proporcionar un método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo de acuerdo con un esquema no destructivo midiendo tensiones en diferentes direcciones de corriente en puntos aleatorios de la capa de material de electrodo.

65 **[Solución técnica]**

Un ejemplo de realización de la presente invención proporciona un método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo de un electrodo para una batería recargable de litio en donde, con respecto al electrodo, una capa de material de electrodo que incluye un material activo, un material conductor y un aglutinante se forma en al menos un lado de un colector de corriente de electrodo, la determinación de la dispersabilidad de una capa de material de electrodo incluye (a) seleccionar dos puntos aleatorios (1-1') de una capa de material de electrodo, (b) hallar una diferencia $\Delta 1$ de un valor absoluto de dos valores de tensión midiendo tensiones entre los dos puntos (1-1') en diferentes direcciones de corriente, (c) seleccionar otros dos puntos aleatorios (2-2' a n-n'), donde n es un número entero que es igual o superior a 6 que son diferentes de dos puntos seleccionados en la etapa (a) y, y repetir las etapas (a) y (b) al menos una vez para hallar $\Delta 2$ a Δn , (d) hallar un valor medio de las diferencias $\Delta 1$ a Δn de los valores absolutos obtenidos repitiendo la etapa (b) y la etapa (c), y (e) hallar una desviación estándar de $\Delta 1$ a Δn a partir del valor medio, y se determina que la dispersabilidad de la capa de material de electrodo es mayor a medida que el valor de la desviación estándar de la etapa (e) se hace más pequeño, en donde los dos puntos seleccionados en la etapa (a) tienen una distancia entre ellos que es igual o superior a 1 mm, y en donde las etapas (a) y (b) se repiten al menos cinco veces en la etapa (c) para hallar $\Delta 2$ a Δn (donde n es un número entero que es igual o superior a 6).

[Descripción de las figuras]

La FIG. 1 muestra un gráfico de resistencia de la capa de material de electrodo según el Ejemplo experimental de referencia 1.

La FIG. 2 muestra un gráfico de tensión según el Ejemplo Experimental 1.

La FIG. 3 muestra un gráfico de una desviación estándar de tensión según el Ejemplo Experimental 1.

[Descripción detallada de la invención]

La presente invención se describirá con más detalle para una mejor comprensión de la presente invención.

La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares solo y no pretende limitar la invención. Las formas singulares deben incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

Se entenderá además que los términos "incluir", "tener" o "poseer" especifican la presencia de características, etapas, componentes o combinaciones de los mismos establecidos, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, etapas, componentes o combinaciones de los mismos.

Según un ejemplo de realización de la presente invención, se proporciona un método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo de un electrodo para una batería recargable de litio en donde, con respecto al electrodo, se forma una capa de material de electrodo que incluye un material activo, un material conductor y un aglutinante en al menos un lado de un colector de corriente de electrodo, la determinación de la dispersabilidad de una capa de material de electrodo incluye (a) seleccionar dos puntos aleatorios (1-1') de una capa de material de electrodo, (b) hallar una diferencia $\Delta 1$ de un valor absoluto de dos valores de tensión midiendo tensiones entre los dos puntos (1-1') en diferentes direcciones de corriente, (c) seleccionar otros dos puntos aleatorios (2-2' a n-n'), donde n es un número entero que es igual o superior a 6 que son diferentes de dos puntos seleccionados en la etapa (a) y, y repetir las etapas (a) y (b) al menos una vez para hallar $\Delta 2$ a Δn , (d) hallar un valor medio de las diferencias $\Delta 1$ a Δn de los valores absolutos obtenidos al repetir la etapa (b) y la etapa (c), y (e) hallar una desviación estándar de $\Delta 1$ a Δn a partir del valor medio, y se determina que la dispersabilidad de la capa de material de electrodo es mayor a medida que el valor de la desviación estándar de la etapa (e) se vuelve más pequeño.

Como se describió anteriormente, la dispersabilidad de los materiales del electrodo, tales como un material activo, un material conductor y un aglutinante, incluidos en la capa de material de electrodo, es muy importante para la realización del rendimiento de la batería recargable y, en consecuencia, existe la necesidad de eliminar un defecto de un electrodo con la dispersabilidad que está muy deteriorada, pero no existe un método para determinar la dispersabilidad de acuerdo con un esquema no destructivo, lo que aumenta el descontento de los clientes.

En consecuencia, los inventores de la presente memoria descriptiva realizaron estudios repetidamente para descubrir que, cuando se miden tensiones entre dos puntos de la capa de material de electrodo en diferentes direcciones de corriente, sus direcciones de corriente son diferentes, por lo que deben ser diferentes en las marcas de +/- y su valor absoluto, es decir, el tamaño de la tensión debe ser el mismo, pero los valores absolutos de las tensiones tienen diferencias. Por lo tanto, cuando se obtiene la diferencia de los valores absolutos de las tensiones a partir de varios puntos aleatorios para hallar una desviación estándar de los mismos, se descubre que la dispersabilidad de la capa de material de electrodo se puede predecir a partir del valor de la desviación estándar, y se completó la presente invención.

A continuación se describirá en detalle un método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo según la presente invención.

En primer lugar, se realiza una etapa (a) para seleccionar dos puntos aleatorios (1-1') de una capa de material de electrodo.

- 5 Las posiciones de los dos puntos aleatorios seleccionados inicialmente no están limitadas y son seleccionables cuando no están en un intervalo superpuesto en la capa de material de electrodo.

10 Sin embargo, para aclarar la dispersabilidad, según la invención, los dos puntos seleccionados tienen una distancia predeterminada entre ellos. Esto se debe a que, cuando la distancia es muy corta, la diferencia de los valores absolutos de las tensiones puede no existir sustancialmente y, cuando se seleccionan varios puntos de esta manera, el valor de la desviación estándar puede ser bajo independientemente de la dispersabilidad de los electrodos.

15 Por lo tanto, la distancia predeterminada es igual o superior a 1 mm, y en detalle, puede ser igual o superior a 5 mm, y para aclarar la dispersabilidad general de los electrodos, es preferible seleccionar los puntos de los respectivos lados con respecto al eje central del electrodo en una vista en planta, es decir, uno desde la izquierda y el otro desde la derecha.

20 A continuación, se realiza una etapa (b) para hallar una diferencia $\Delta 1$ de valores absolutos de dos valores de tensión midiendo la tensión entre los dos puntos (1-1') en diferentes direcciones de corriente.

25 Se mide la tensión entre los dos puntos seleccionados y, en este caso, la tensión se mide dos veces cambiando la dirección de la corriente a una opuesta. Como se describe, al cambiar la dirección de la corriente y medir la tensión en la misma posición, su tamaño debe ser el mismo y debe medirse cambiando las marcas, que son valores $\pm$, pero sustancialmente, los tamaños son diferentes.

Esto se debe a la diferencia en las distribuciones de corriente causada por la dispersabilidad de la capa de material de electrodo.

30 Por lo tanto, la diferencia de valores absolutos puede considerarse como un criterio para medir la dispersabilidad de los materiales de electrodo de la capa de material de electrodo.

En este caso, el tamaño de la corriente para medir la tensión no está limitado y, en detalle, puede ser de 1 μ A a 100 mA.

35 Cuando el tamaño de la corriente se desvía del intervalo y es inferior a 1 μ A, es difícil medir la diferencia de tensiones, y cuando la misma es superior a 100 mA, existe un inconveniente de precisión, por lo que es más preferible medirla dentro del intervalo.

40 De otra manera, la ejecución individual del proceso puede no aclarar la dispersabilidad de la capa de material de electrodo, ya que puede volverse diferente dependiendo del punto aleatorio que se seleccione.

45 En otras palabras, se pueden seleccionar dos puntos de una porción con una pequeña diferencia de valores absolutos cuando el electrodo sustancialmente no tiene una buena dispersabilidad de la capa de material de electrodo, por lo que es posible que no se obtenga la precisión para un rendimiento.

Por lo tanto, en la presente invención, las etapas (a) y (b) antes mencionadas se repiten al menos cinco veces.

50 En detalle, se realiza una etapa (c) para seleccionar dos puntos aleatorios (2-2' a n-n'), donde n es un número entero que varía que es igual o superior a 2) que son diferentes de los dos puntos seleccionados en la etapa (a), y se repiten las etapas (a) y (b) al menos una vez para hallar $\Delta 2$ a Δn .

En este caso, los dos puntos aleatorios seleccionados son diferentes entre sí.

55 Es decir, en una primera etapa se seleccionan dos puntos (2-2') que sean diferentes de los dos puntos (1-1') seleccionados en la etapa (a), y se mide una tensión entre ellos en diferentes direcciones de corriente para hallar una diferencia $\Delta 2$ del valor absoluto de los dos valores de tensión. La etapa mencionada anteriormente se repite una vez para hallar hasta $\Delta 2$, hallar un valor medio de $\Delta 1$ y $\Delta 2$ y, de ese modo, hallar una desviación estándar.

60 Sin embargo, para determinar con mayor precisión la dispersabilidad de la capa de material de electrodo, se realiza además la etapa mencionada anteriormente.

65 Es decir, después de hallar el valor de $\Delta 2$, se seleccionan los dos puntos (1-1'), el punto (2-2') seleccionado por una repetición y otros dos puntos (3-3'), se mide respectivamente una tensión en diferentes direcciones de corriente para hallar una diferencia $\Delta 3$ de valores absolutos de dos valores de tensión, se seleccionan los puntos (1-1', 2-2' y 3-3') y otros dos puntos (4-4'), y se mide respectivamente una tensión entre ellos en diferentes direcciones de corriente para hallar una diferencia $\Delta 4$ de valores absolutos de dos valores de tensión y hallar hasta Δn .

De acuerdo con la invención, las etapas (a) y (b) se repiten al menos cinco veces en el proceso (c) para hallar $\Delta 2$ a Δn (n es un número entero que es igual o superior a 6), y cuando se encuentra una diferencia de valores absolutos de seis valores de tensión, la precisión de la determinación de la dispersabilidad de la capa de material de electrodo puede mejorarse mucho.

Además, la medición de tensión de la etapa (a) a la etapa (c) no está limitada, se puede realizar utilizando una máquina para cargar y descargar una batería, una estructura para medir una tensión no está limitada y, para un método más simple, las etapas (a) a (c) que se deben realizar n veces utilizando un modelo de medición de resistencia de electrodo que incluye una sonda de tensión y una sonda de corriente se pueden realizar simultáneamente.

En detalle, el modelo de medición de resistencia de electrodos puede incluir al menos cuatro sondas de tensión y al menos dos sondas de corriente.

Es decir, como se incluyen al menos dos sondas de corriente, la corriente puede fluir en otras direcciones, y como se incluyen al menos cuatro sondas de tensión, se pueden seleccionar al menos dos pares de puntos diferentes, por lo que las etapas (a) a (c) se pueden realizar una vez.

Como se describió anteriormente, con el fin de mejorar aún más la precisión de la determinación de la dispersabilidad de la capa de material de electrodo según la presente invención, se forman al menos seis pares de puntos diferentes, por lo que el modelo de medición de resistencia del electrodo puede, en detalle, incluir al menos doce sondas de tensión y al menos dos sondas de corriente.

En este caso, la sonda de corriente puede permitir que la corriente fluya en dos direcciones, por lo que dos sondas de corriente serán suficientes.

Además, el modelo de medición de resistencia del electrodo puede incluir además una sonda de conexión a tierra para realizar una función de conexión a tierra.

En este caso, el tamaño de la corriente que fluye hacia el modelo de medición de resistencia del electrodo ya se describió anteriormente.

Después de las etapas (a) a (c) descritas anteriormente, se realiza una etapa (d) para hallar un valor medio de las diferencias de $\Delta 1$ a Δn de los valores absolutos obtenidos a partir de la repetición de la etapa (b) y la etapa (c).

El valor medio corresponde a los métodos convencionales y generales, y se puede hallar de la siguiente manera.

$$\text{Valor medio}(X) = (\Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3 \dots + \Delta n) / n$$

Por ejemplo, cuando la tensión se mide en dos pares de dos puntos diferentes, el valor medio puede ser $(\Delta 1 + \Delta 2) / 2$, y cuando la tensión se mide en seis pares de dos puntos diferentes, el valor medio puede ser $(\Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3 + \Delta 4 + \Delta 5 + \Delta 6) / 6$.

En este caso, el proceso para hallar un valor medio es hallar una desviación estándar, y el valor medio puede ser un índice para determinar la dispersabilidad de la capa de material de electrodo. Esto se debe a que el valor medio no indica un grado de dispersión de los valores obtenidos, sino que funciona como un punto de referencia mediante el cual se recogen los valores.

De este modo, se puede hallar la desviación estándar para determinar el grado de dispersión de los valores obtenidos, y a continuación se puede utilizar como índice para determinar la dispersabilidad de la capa de material de electrodo.

Por lo tanto, el método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo según la presente invención debe realizar finalmente una etapa (e) para hallar una desviación estándar de $\Delta 1$ a Δn a partir del valor medio.

La etapa para hallar la desviación estándar (σ) también corresponde a los métodos generales y se puede hallar de la siguiente manera.

$$\sigma^2 = \{(X - \Delta 1)^2 + (X - \Delta 2)^2 + (X - \Delta 3)^2 \dots + (X - \Delta n)^2\} / n.$$

Es decir, la desviación estándar (σ) es un valor de raíz 2 de $\{(X - \Delta 1)^2 + (X - \Delta 2)^2 + (X - \Delta 3)^2 \dots + (X - \Delta n)^2\} / n$.

Por ejemplo, cuando la tensión se mide en dos pares de dos puntos diferentes, la desviación estándar puede ser un valor de raíz cuadrada de $\{(X - \Delta 1)^2 + (X - \Delta 2)^2\} / 2$, y cuando la tensión se mide en seis pares de dos puntos diferentes, la desviación estándar puede ser un valor de raíz cuadrada de $\{(X - \Delta 1)^2 + (X - \Delta 2)^2 + (X - \Delta 3)^2 + (X - \Delta 4)^2 + (X - \Delta 5)^2 + (X - \Delta 6)^2\} / 6$.

La dispersabilidad de la capa de material de electrodo se puede determinar a partir de la desviación estándar hallada como se describió anteriormente.

En detalle, esto significa que cuanto mayor sea el valor de la desviación estándar, mayor será la distribución diferencial del valor de la tensión, es decir, tiene una forma muy extendida, por lo que el valor de la tensión no es constante sino que es diferente en muchos puntos. Por lo tanto, esto significa que cuanto mayor sea el valor de la desviación estándar, peor será la dispersabilidad de la capa de material de electrodo, y cuanto menor sea el valor de la desviación estándar, mayor será la dispersabilidad de la capa de material de electrodo.

Según el estudio de los inventores de la presente especificación, cuando el valor de la desviación estándar es igual o inferior a 0,005, en detalle, cuando el mismo es igual o inferior a 0,002, se encuentra que la dispersabilidad de la capa de material de electrodo es excelente.

En otras palabras, dependiendo de la solicitud del cliente, cuando el valor de la desviación estándar es igual o inferior a 0,005, la dispersabilidad del electrodo puede ser relativamente buena y, en el caso de una determinación más precisa, se puede determinar que es buena cuando el valor de la desviación estándar es igual o inferior a 0,002.

De otra manera, los materiales de electrodo que influyen en la dispersabilidad de la capa de material de electrodo pueden incluir un material activo, un material conductor y un aglutinante.

En este caso, el material activo se establece según un tipo de electrodo, y por ejemplo, cuando el electrodo es un electrodo positivo, el material activo puede incluir, como material activo positivo, por ejemplo, un compuesto laminar tal como un óxido de cobalto y litio (LiCoO_2) o un óxido de níquel y litio (LiNiO_2), o un compuesto sustituido con uno o más elementos de transición; un óxido de litio y manganeso con una fórmula química de $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (en este caso, x es 0 a 0,33), LiMnOs , LiMn_2O_3 , o LiMnO_2 ; un óxido de vanadio tal como el óxido de litio y cobre (Li_2CuO_2); LiVsOs , LiFe_3O_4 , V_2O_5 o $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$; un óxido de níquel y litio de tipo sitio Ni expresado con una fórmula química $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (en este caso, $M = \text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{B}$ o Ga , y $x = 0,01$ a $0,3$); un óxido compuesto de litio y manganeso expresado con una fórmula química $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (en este caso, $M = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cr}, \text{Zn}$ o Ta , y $x = 0,01$ a $0,1$) o $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (en este caso, $M = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}$ o Zn); un óxido compuesto de litio y manganeso con una estructura de espinela expresada como $\text{LiNi}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$; LiMn_2O_4 , cuya parte de Li está sustituida con iones de metales alcalinotérreos; un compuesto de disulfuro; y $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$, pero no se limita a los mismos.

Por otro ejemplo, cuando el electrodo es un electrodo negativo, el material activo puede incluir, como material activo negativo, por ejemplo, al menos un material basado en carbono seleccionado entre grafito artificial cristalino, grafito natural cristalino, carbono duro amorfo, carbono blando de baja cristalinidad, negro de carbono, negro de acetileno, negro de ketjen, super P, grafeno y carbono fibroso, un material basado en Si, y un óxido compuesto metálico tal como $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$), Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$), $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$ ($\text{Me}: \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Ge}; \text{Me}': \text{Al}, \text{B}, \text{P}, \text{Si}, \text{elementos del grupo 1, grupo 2 o grupo 3 de la tabla periódica y un halógeno}; 0 \leq x \leq 1; 1 \leq y \leq 3; 1 \leq z \leq 8$); un metal de litio; una aleación de litio; una aleación basada en silicio; una aleación basada en estaño; un óxido metálico tal como SiO , SiO_2 , SnO , SnO_2 , PbO , PbO_2 , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 , Sb_2O_3 , Sb_2O_4 , Sb_2O_5 , GeO , GeO_2 , Bi_2O_3 , Bi_2O_4 y Bi_2O_5 ; un polímero conductor tal como poliacetileno; un material basado en Li-Co-Ni; un óxido de titanio; y un óxido de litio y titanio, pero no se limita a los mismos.

El material conductor se puede añadir dentro de un intervalo de 1 a 30 % en peso sobre la capa de material de electrodo. El material conductor no está limitado específicamente siempre que no genere un cambio químico en la batería correspondiente y tenga conductividad, y por ejemplo, se pueden utilizar negro de carbono tal como negro de acetileno, negro de ketjen, negro de canal, negro de horno, negro de lámpara o negro de verano; una fibra conductora tal como una fibra de carbono o una fibra metálica; un polvo metálico tal como polvo de fluoruro de carbono, aluminio o níquel; un filamento conductor (*whisker* en inglés) tal como óxido de zinc o titanato de potasio; un óxido de metal conductor tal como óxido de titanio; y un material conductor tal como un derivado de polifenileno.

El aglutinante se puede añadir en el intervalo de 1 a 30 % en peso sobre la capa de material de electrodo. El aglutinante no está limitado específicamente cuando combina un material activo y materiales conductores y combina la capa de material de electrodo con un colector de corriente, y por ejemplo, puede seleccionarse entre fluoruro de polivinilideno (PVdF), alcohol polivinílico, carboximetilcelulosa (CMC), almidón, hidroxipropilcelulosa, celulosa regenerada, polivinilpirrolidona, tetrafluoroetileno, polietileno, polipropileno, terpolímero de etileno-propileno-dieno (EPDM), EPDM sulfonado, caucho de estireno butadieno (SBR) y un caucho fluorado, y puede incluir un aglutinante que sea apropiado para las respectivas capas de material activo teniendo en cuenta la recuperación elástica y la rigidez de los aglutinantes.

Además, el material de electrodo puede incluir además un relleno.

El relleno se utiliza selectivamente como un componente para suprimir la expansión del electrodo y puede añadirse dentro del intervalo de 5 % en peso sobre la capa de material de electrodo. Un material de fibra no está limitado específicamente siempre que no provoque un cambio químico en la batería correspondiente y, por ejemplo, se utilizan un polímero basado en olefina, tal como un polietileno o un polipropileno, y un material de fibra, tal como una fibra de

vidrio o una fibra de carbono.

La capa de material de electrodo se forma sobre el colector de corriente del electrodo y, en este caso, el colector de corriente del electrodo generalmente está hecho para tener un espesor de 3 a 500 μm y los materiales que no causan cambios químicos a la batería actual y tienen conductividad no están limitados específicamente, pero, por ejemplo, se pueden utilizar cobre, acero inoxidable, aluminio, níquel, titanio, carbón cocido, un material tratado superficialmente sobre una superficie hecha de cobre, aluminio o acero inoxidable con carbono, níquel, titanio o plata y una aleación de aluminio y cadmio. Además, una fuerza de unión de un material activo de electrodo puede reforzarse mediante la formación de protuberancias y depresiones finas en la superficie del colector de corriente, y puede usarse en varias formas, tales como una película, una lámina, una hoja, una red, un cuerpo poroso, una espuma o una tela no tejida.

Los electrodos mencionados anteriormente pueden fabricarse con una batería recargable de litio, un módulo de batería o un paquete de baterías, y una estructura y un método de fabricación de los mismos son conocidos por una persona experta en la materia, y se omitirá una descripción detallada de la batería recargable de litio, del módulo de batería y del paquete de baterías en la presente memoria descriptiva.

El contenido de la presente invención se describirá ahora con referencia a ejemplos, los ejemplos ejemplifican la presente invención y los alcances de la presente invención no están limitados por los mismos.

<Ejemplo 1>

Cantidades de un material activo positivo $\text{LiNi}_{0.6}\text{Mn}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$: un CNT (material conductor): PVdF (un aglutinante) puede medirse para ser 98,48:0,42:1,10, se colocan en un disolvente NMP y se mezclan durante una hora a 1000 rpm en un mezclador homogéneo para fabricar una suspensión de mezcla positiva.

Se recubren para tener un espesor de 100 μm sobre una lámina de aluminio de 20 μm de espesor, y se secan y se enrollan para fabricar un electrodo positivo.

<Ejemplo 2>

En el Ejemplo 2, el electrodo positivo se fabrica de manera similar al Ejemplo 1, excepto que se fabrica la suspensión de mezcla positiva mezclándola durante una hora a 2000 rpm.

<Ejemplo 3>

En el Ejemplo 3, el electrodo positivo se fabrica de manera similar al Ejemplo 1, excepto que se fabrica la suspensión de mezcla positiva mezclándola durante una hora a 3000 rpm.

<Ejemplo experimental de referencia 1>

Con respecto al electrodo positivo fabricado en los Ejemplos 1 a 3, la distribución de resistencia de una capa de material de electrodo positivo (capa de material de electrodo) se mide cinco veces con un tamaño de corriente de 100 μA cambiando posiciones, utilizando un modelo de medición de resistencia de electrodo (Empresa: HIOKI, y Modelo: XF057) que incluye una sonda de conexión a tierra, 25 sondas de tensión y 20 sondas de corriente, y los resultados correspondientes se muestran con diagramas de caja en la FIG. 1.

<Ejemplo Experimental 1>

El electrodo positivo fabricado en los Ejemplos 1 a 3 se mide una vez con un tamaño de corriente de 100 μA utilizando el modelo de medición de resistencia de electrodo (Empresa: HIOKI, y Modelo: XF057) que incluye una sonda de conexión a tierra, 25 sondas de tensión y 20 sondas de corriente, y de entre ellas, se obtienen valores de tensión con diferentes direcciones de corriente de seis pares de dos puntos diferentes a partir de doce sondas de tensión aleatorias, y los resultados correspondientes se muestran en la FIG. 2.

Además, en función de los valores de tensión obtenidos, se muestra un valor dV (dispersión σ^2) con un diagrama de caja en la FIG. 3, a partir del cual se encuentra la desviación estándar y se muestra en la Tabla 1.

(Tabla 1)

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Desviación estándar	0,0096	0,0046	0,000215

Haciendo referencia a la FIG. 3 junto con la FIG. 1, se encuentra que la forma de resistencia de la capa de material de electrodo de la FIG. 1 es similar a la forma de la FIG. 3 que muestra la forma de desviación estándar y dispersión. La FIG. 1 muestra la medición de cinco puntos y los datos resultantes correspondientes para medir con precisión toda

la distribución de resistencia del electrodo positivo, y se encuentra que la precisión del método de medición de acuerdo con la presente memoria descriptiva es muy alta cuando se considera que se generan resultados muy similares en la FIG. 3 cuando la dispersión y la desviación estándar se encuentran en función de los valores de tensión en un punto. A partir de esto, se descubre que el método según la presente invención puede ser un criterio para determinar la dispersabilidad de la capa de material de electrodo.

5 Además, haciendo referencia a la Tabla 1, la FIG. 1 y la FIG. 3, se encuentra que la dispersabilidad es aún mejor a medida que se reduce el valor de la desviación estándar.

10 Los expertos en la materia a la que pertenece la presente invención podrán realizar diversas aplicaciones y modificaciones dentro del alcance de la presente invención.

[Aplicabilidad industrial]

15 Como se describió anteriormente, de acuerdo con la presente invención, el proceso para seleccionar dos puntos aleatorios de la capa de material de electrodo, medir respectivamente la tensión entre ellos en diferentes direcciones de corriente y hallar la diferencia de los valores absolutos de los dos valores de tensión se realiza al menos dos veces cambiando los dos puntos aleatorios, y la desviación estándar de los mismos se encuentra basándose en las diferencias de los valores absolutos obtenidos a partir del proceso indicado anteriormente, anticipando y determinando
20 de ese modo la dispersabilidad de la capa de material de electrodo a partir del valor de la desviación estándar de acuerdo con un esquema no destructivo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar la dispersabilidad de una capa de material de electrodo de un electrodo para una batería recargable de litio,
 5 en donde, con respecto al electrodo, una capa de material de electrodo que incluye un material activo, un material conductor y un aglutinante está formada en al menos un lado de un colector de corriente de electrodo, la determinación de la dispersabilidad de una capa de material de electrodo incluye
 - 10 (a) seleccionar dos puntos aleatorios (1-1') de una capa de material de electrodo,
 - (b) hallar una diferencia $\Delta 1$ de un valor absoluto de dos valores de tensión midiendo tensiones entre los dos puntos (1-1') en diferentes direcciones de corriente,
 - (c) seleccionar otros dos puntos aleatorios (2-2' a n-n', donde n es un número entero que es igual o superior a 6) que sean diferentes de dos puntos seleccionados en la etapa (a) y repetir las etapas (a) y (b) al menos una
 15 vez para hallar $\Delta 2$ a Δn ,
 - (d) hallar un valor medio de las diferencias $\Delta 1$ a Δn de los valores absolutos obtenidos al repetir las etapas (b) y (c), y
 - (e) hallar una desviación estándar de $\Delta 1$ a Δn a partir del valor medio, y
- 20 la dispersabilidad de la capa de material de electrodo se determina que es mayor a medida que el valor de la desviación estándar de la etapa (e) se hace más pequeño;
 en donde los dos puntos seleccionados en la etapa (a) tienen una distancia entre ellos que es igual o superior a 1 mm; y
 en donde las etapas (a) y (b) se repiten al menos cinco veces en la etapa (c) para hallar $\Delta 2$ a Δn (donde n
 25 es un número entero que es igual o superior a 6).
2. El método de la reivindicación 1, en donde los dos puntos seleccionados en la etapa (a) se seleccionan en lados respectivos con respecto a un eje central de un electrodo en una vista en planta.
- 30 3. El método de la reivindicación 1, en donde se realiza simultáneamente una medición de tensión de la etapa (a) a la etapa (c) utilizando un modelo de medición de resistencia de electrodo que incluye una sonda de tensión y una sonda de corriente.
4. El método de la reivindicación 3, en donde el modelo de medición de resistencia de electrodo incluye al menos
 35 cuatro sondas de tensión y al menos dos sondas de corriente.
5. El método de la reivindicación 3, en donde el modelo de medición de resistencia de electrodo incluye al menos doce sondas de tensión y al menos dos sondas de corriente.
- 40 6. El método de la reivindicación 3, en donde el modelo de medición de resistencia del electrodo incluye además una sonda de conexión a tierra.
7. El método de la reivindicación 1, en donde el tamaño de corriente para medir la tensión es de 1 μ A a 100 mA.
- 45 8. El método de la reivindicación 1, en donde cuando el valor de la desviación estándar es igual o inferior a 0,005, se determina que la dispersabilidad de la capa de material de electrodo es excelente.

FIG. 1

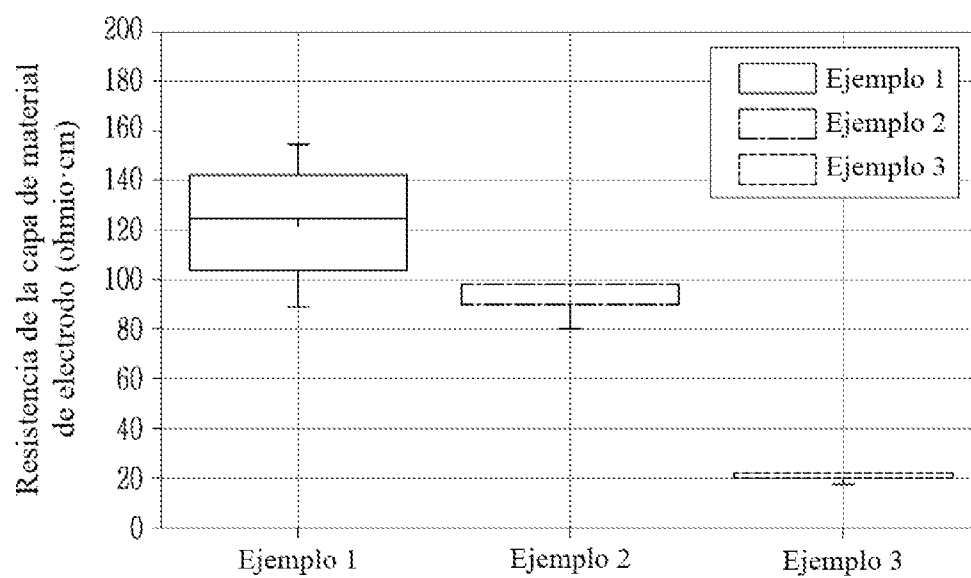


FIG. 2

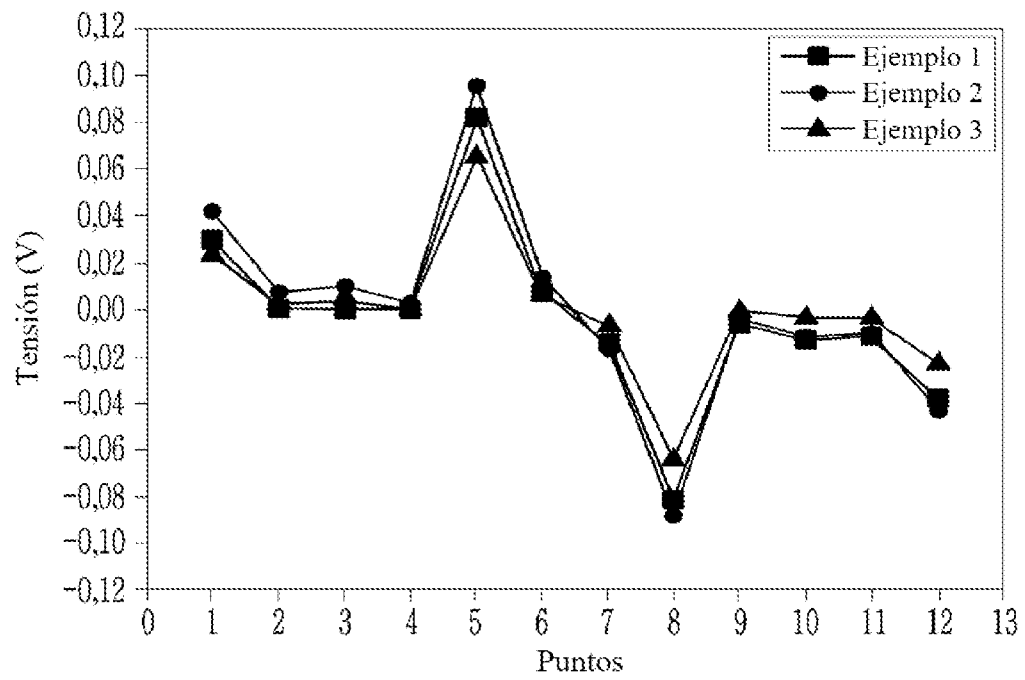


FIG. 3

