

ESPUMA ELASTOMÉRICA A BASE DE POLIURETANO QUE INCLUYE UN PROMOTOR DE ADHESIÓN ADECUADO PARA EL ENCAPSULAMIENTO DE BATERÍAS

Referencia cruzada a las solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reclama prioridad a la solicitud de patente de los Estados Unidos número 63/537,623 presentada el 11 de septiembre de 2023. La solicitud mencionada se incorpora a la presente por referencia.

Campo de la invención

10 La presente divulgación se refiere a un sistema de reacción para producir espuma elastomérica a base de poliuretano. La presente divulgación también se refiere a un método para producir la espuma elastomérica a base de poliuretano, la espuma elastomérica a base de poliuretano, un método de encapsulamiento de un paquete de baterías, un paquete de baterías encapsulado y el uso del sistema de reacción o espuma elastomérica a base de poliuretano en el encapsulamiento de baterías. La espuma elastomérica a base de poliuretano es especialmente adecuada para usarse como material de
15 encapsulamiento en paquetes de baterías diseñados para automóviles, tal como los vehículos eléctricos.

Antecedentes de la invención

20 Las espumas elastoméricas a base de poliuretano tienen muchos usos. Uno de estos usos es como material de encapsulamiento de baterías (o material de encapsulado de baterías). El encapsulamiento de baterías es el proceso de llenar parcial o totalmente un paquete de baterías o molde que contiene celdas de batería con un material para encapsular o rodear al menos parcialmente las celdas de batería con el material. El propósito del encapsulamiento de la batería es generalmente proteger las celdas de la batería, por ejemplo, proporcionándoles resistencia a impactos mecánicos y vibraciones; creando un sello contra la humedad, solventes y agentes corrosivos; y ayudando al aislamiento eléctrico y disipación del calor.

25 El encapsulamiento de baterías es particularmente importante para los paquetes de baterías usados en vehículos eléctricos (EV), que contienen muchas celdas de batería que necesitan protección contra condiciones adversas, como grandes gradientes de temperatura, golpes mecánicos, vibraciones y humedad. Por lo tanto, un material de encapsulamiento de batería debe tener buenas propiedades mecánicas, particularmente propiedades de tracción (como resistencia a la tracción, módulo (también
30 conocido como módulo de Young) y elongación a la ruptura) en un amplio intervalo de temperaturas para funcionar eficazmente en un vehículo eléctrico, además de ser liviano y fácilmente procesable. Además, el material de encapsulamiento de la batería debe adherirse adecuadamente a las celdas de la batería, incluso en condiciones de humedad. Si el material de encapsulamiento de la batería tiene poca adherencia, el desempeño del material de encapsulamiento de la batería disminuirá naturalmente.

35 Sin embargo, los materiales de encapsulamiento de baterías de última generación pueden ser demasiado frágiles a la hora de ofrecer propiedades estables en el intervalo de temperatura requerido, o pueden no proporcionar el nivel deseado de elongación en el intervalo de temperatura requerido. La incapacidad de los materiales de encapsulamiento de baterías de última generación para mostrar las

propiedades de tracción deseadas en los intervalos de temperatura requeridos limita su eficacia como materiales de encapsulamiento de baterías, especialmente en los EV.

Por ejemplo, se puede usarse un material de polisiloxano (silicona) como material de encapsulamiento de baterías. Sin embargo, el módulo del polímero de silicona a menudo está por debajo del módulo necesario para que sea eficaz cuando se usa en un vehículo eléctrico. Además, las siliconas son caras y la procesabilidad suele ser más difícil que la de alternativas como los elastómeros a base de poliuretano.

A medida que crece la demanda de vehículos eléctricos, también crece la demanda de materiales de encapsulamiento de baterías nuevos y eficaces. Por lo tanto, existe una creciente demanda de una espuma elastomérica a base de poliuretano que esté mejorada en términos de propiedades de tracción (como resistencia a la tracción, módulo y elongación a la ruptura) y que proporcione un equilibrio ideal de propiedades de tracción y químicas para usarse como material de encapsulamiento de baterías en EV. También existe una demanda de materiales de encapsulamiento de baterías que se adhieran eficazmente a las superficies de las celdas de la batería.

Por lo tanto, existe una necesidad de una espuma elastomérica a base de poliuretano que pueda usarse como material de encapsulamiento de baterías y que tenga un equilibrio ideal de propiedades de tracción (como resistencia a la tracción, módulo y elongación a la ruptura) y propiedades químicas para un material de encapsulamiento de baterías, particularmente para un material de encapsulamiento de baterías en vehículos eléctricos. También existe la necesidad de materiales de encapsulamiento de baterías que se adhieran eficazmente a las superficies de las celdas de la batería.

La presente divulgación aborda los problemas y necesidades mencionados anteriormente.

Breve descripción de la invención

En un primer aspecto, se proporciona un sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano, el sistema de reacción que comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro; y componente B) un componente reactivo a isocianato que comprende: un poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

Los presentes inventores han descubierto sorprendentemente que el sistema de reacción descrito anteriormente puede usarse para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano que tiene un equilibrio ideal de propiedades para usarse como material de encapsulamiento de baterías. En concreto, la espuma elastomérica a base de poliuretano obtenida a partir del sistema de reacción tiene una alta resistencia a la tracción y una alta elongación a la ruptura, al mismo tiempo que tiene un alto módulo (de Young) y, curiosamente, mantiene estas beneficiosas propiedades de tracción en un amplio intervalo de temperaturas. Es especialmente sorprendente que la espuma tenga una elongación a la ruptura relativamente alta y un módulo relativamente alto en un amplio intervalo de temperaturas. Una espuma

elastomérica a base de poliuretano que tenga esta combinación de propiedades de tracción es una excelente opción como material de encapsulamiento de baterías, especialmente como material de encapsulamiento de baterías en un EV. Esto es porque la espuma tiene alta resistencia, alta capacidad de deformación y adecuada rigidez, y por lo tanto protege las celdas de batería que encapsula a partir de condiciones severas experimentadas en por ejemplo un EV, donde experimenta vibración significativa, choque mecánico y extremas temperaturas. Es difícil diseñar un sistema de reacción para una espuma elastomérica a base de poliuretano que produzca una espuma con alta resistencia a la tracción, alta elongación a la ruptura y un alto módulo. Hasta ahora, al menos una de las propiedades de tracción no ha sido suficiente para usarse como material de encapsulamiento de baterías en el amplio intervalo de temperaturas de operación requeridas para un uso efectivo como material de encapsulamiento de baterías, especialmente en los EV. Es particularmente difícil diseñar un sistema de reacción para una espuma elastomérica a base de poliuretano que produzca una elongación a la ruptura relativamente alta en combinación con un módulo relativamente alto.

Además, la espuma obtenida del sistema de reacción tiene excelentes propiedades de adhesión a las celdas de la batería que contienen una carcasa de celdas de batería de acero niquelado y, por lo tanto, la espuma se adhiere eficazmente a las superficies de las celdas de batería.

Además, la espuma elastomérica a base de poliuretano obtenida del sistema de reacción es liviana y el sistema de reacción es fácilmente procesable, lo que hace que la espuma sea ideal como material de encapsulamiento de baterías.

En una modalidad, el prepolímero de bloque duro puede formarse a partir de la reacción entre una composición de isocianato y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol.

En una modalidad, el prepolímero de bloque duro puede ser un prepolímero a base de MDI.

En una modalidad, el % NCO del prepolímero de bloque duro puede variar de aproximadamente 15% a aproximadamente 30%.

En una modalidad, la funcionalidad promedio del prepolímero de bloque duro puede variar de aproximadamente 1.7 a aproximadamente 2.3.

En una modalidad, el componente de isocianato puede comprender además un compuesto de poliisocianato que es diferente del prepolímero de bloque duro. El compuesto de poliisocianato puede ser MDI polimérico.

En una modalidad, el % NCO del compuesto de poliisocianato puede variar de aproximadamente 25% a aproximadamente 40%.

En una modalidad, la funcionalidad promedio del compuesto de poliisocianato puede variar de aproximadamente 2.4 a aproximadamente 3.0.

En una modalidad, la proporción de peso del prepolímero de bloque duro al compuesto de poliisocianato en el componente de isocianato puede variar de 70:30 a 90:10.

En una modalidad, la funcionalidad promedio del componente isocianato puede variar de aproximadamente 1.8 a aproximadamente 2.4.

En una modalidad, el poliol puede ser un poliéter poliol.

En una modalidad, el poliol puede tener un índice de hidroxilo que varía de aproximadamente 10 mg de KOH/g a aproximadamente 180 mg de KOH/g.

En una modalidad, el poliol puede tener un peso molecular promedio en peso que varía de aproximadamente 1000 g/mol a aproximadamente 7500 g/mol.

En una modalidad, el poliol puede tener una funcionalidad promedio que varía de aproximadamente 2.0 a aproximadamente 3.0.

En una modalidad, el primer y segundo extensor de cadena pueden ser dioles alifáticos lineales, y preferiblemente cualquiera seleccionado independientemente de monoetilenglicol (MEG), dietilenglicol (DEG), 1,3-propanodiol, 1,2-propanodiol, 2-metil-1,3-propanodiol, 3-cloro-1,2-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,3-butanodiol, 2,3-butanodiol, 2-etil-1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,3-pentanodiol, 3-metil-1,5-pentanodiol, 2-metil-2,4-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,2-hexanodiol y dipropilenglicol.

En una modalidad, el primer y el segundo extensor de cadena pueden tener cada uno una masa molar que varía de aproximadamente 60 a aproximadamente 110 g/mol, en donde la masa molar del primer extensor de cadena es menor que la masa molar del segundo extensor de cadena.

En una modalidad, el primer extensor de cadena puede ser monoetilenglicol (MEG). En una modalidad, el segundo extensor de cadena puede ser dietilenglicol (DEG).

En una modalidad, la suma de los equivalentes de OH para el primer extensor de cadena y el segundo extensor de cadena puede contribuir con más del 85% de los equivalentes de OH estequiométricos totales (excluyendo el agua) en el componente B.

En una modalidad, el uno o más promotores de adhesión pueden seleccionarse independientemente de ácido fosfórico o derivados del mismo, poliésteres con funcionalidad ácida, sales de poliéster-alquil-amonio, acrílicos con funcionalidad ácida, resinas epóxicas, siloxanos y silanos.

En una modalidad, el uno o más promotores de adhesión pueden seleccionarse independientemente de poliésteres con funcionalidad ácida y sales de poliéster-alquil-amonio.

En una modalidad, uno de los uno o más promotores de adhesión puede ser una sal de poliéster alquil-amonio que tiene un valor de acidez de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg de KOH/g y un valor de amina de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg KOH/g.

En una modalidad, el uno o más promotores de adhesión pueden consistir en un primer promotor de adhesión y un segundo promotor de adhesión que es diferente del primer promotor de adhesión.

En una modalidad, el primer promotor de adhesión puede ser una sal de poliéster alquil-amonio que tiene un valor de acidez de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg de KOH/g y un valor de amina de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg KOH/g, y el segundo promotor de adhesión puede ser un poliéster con función ácida.

En una modalidad, el primer promotor de adhesión puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 6% en peso y el segundo promotor de adhesión puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 6% en peso, basado en el peso total del componente

B

En una modalidad, el polioliol puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 65% en peso a aproximadamente 90% en peso, basado en el peso total del componente B.

5 En una modalidad, el primer extensor de cadena puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 5% en peso a aproximadamente 15% en peso, basado en el peso total del componente B.

En una modalidad, el segundo extensor de cadena puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 4% en peso a aproximadamente 10% en peso, basado en el
10 peso total del componente B.

En una modalidad, el componente A y el componente B pueden estar presentes en el sistema de reacción en una cantidad tal que el índice de isocianato esté entre aproximadamente 75 y aproximadamente 150 cuando el componente A se mezcla con el componente B.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano puede tener una resistencia a la
15 tracción a 23°C de al menos aproximadamente 3.0 MPa. En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano puede tener un % de elongación a la ruptura a 23°C de al menos aproximadamente 50%. En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano puede tener un módulo (medido a una velocidad de deformación de 12 mm/min y determinado dentro de un intervalo de deformación de 0.1-2%) a 23°C de al menos aproximadamente 30 MPa.

20 En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano puede tener un módulo de almacenamiento (MPa) a -35°C / módulo de almacenamiento (MPa) a 100°C que varía de aproximadamente 10 a aproximadamente 150.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano puede tener una tangente delta por debajo de aproximadamente 0.5 en el intervalo de temperatura de -60°C a 200°C.

25 En un segundo aspecto, se proporciona un método para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano, el método que comprende: mezclar el componente A con el componente B como se define en el sistema de reacción descrito en la presente para formar una mezcla reactiva; y dejar que la mezcla reactiva se cure para formar una espuma elastomérica a base de poliuretano.

En un tercer aspecto, se proporciona una espuma elastomérica a base de poliuretano que se puede
30 obtener por el método de producción de una espuma elastomérica a base de poliuretano como se describe en la presente.

En un cuarto aspecto, se proporciona un método de encapsulamiento de un paquete de baterías que comprende una pluralidad de celdas de batería, el método comprende: mezclar el componente A con el componente B como se define en el sistema de reacción descrito en la presente para formar una mezcla
35 reactiva; colocar la mezcla reactiva alrededor de la pluralidad de celdas de batería; y permitir que la mezcla reactiva se cure para encapsular al menos parcialmente la pluralidad de celdas de batería con una espuma elastomérica a base de poliuretano.

En un quinto aspecto, se proporciona un paquete de baterías encapsulado que se puede obtener

por el método de encapsulamiento de un paquete de baterías como se describe en la presente.

En un sexto aspecto, se proporciona un uso del sistema de reacción como se define en la presente o de la espuma elastomérica a base de poliuretano como se define en la presente para encapsular al menos parcialmente una pluralidad de celdas de batería dentro de un paquete de batería con la espuma elastomérica a base de poliuretano.

Las modalidades anteriores no deben interpretarse como que limitan o estrechan de otro modo el alcance de cualquier concepto inventivo proporcionado de otro modo por la presente divulgación. Si bien se describen múltiples modalidades, otras modalidades resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción. Por consiguiente, la descripción debe considerarse ilustrativa y no restrictiva.

Descripción detallada de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano, el sistema de reacción comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador. Por lo tanto, el sistema de reacción comprende dos componentes (componente A y componente B) que están separados y solo se mezclan cuando se forma una mezcla reactiva.

El sistema de reacción sirve para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano, que es especialmente útil como material de encapsulamiento de baterías para los EV. Esto se debe a que las propiedades mecánicas (incluyendo la tracción) y químicas de la espuma elastomérica a base de poliuretano obtenida por el sistema de reacción son ideales para usarse como material de encapsulamiento de baterías. En concreto, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene un excelente equilibrio de propiedades de tracción (tales como resistencia a la tracción, módulo y elongación a la ruptura) y, por lo tanto, puede proteger eficazmente las celdas de batería encapsuladas incluso en las duras condiciones a las que está expuesto un EV, como grandes gradientes de temperatura, golpes mecánicos, vibraciones y humedad. Además, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene excelentes propiedades adhesivas y cohesivas y, por lo tanto, la espuma se adhiere adecuadamente a las superficies de las celdas de la batería.

Componente A

El componente A es un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro. En el contexto de la presente divulgación, un "prepolímero de bloque duro" se refiere a un prepolímero que se forma a partir de la reacción entre una composición de isocianato y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol. Además, puede usarse un compuesto reactivo con isocianato que tenga una masa molar superior a 500 g/mol en la formación del prepolímero,

siempre que la proporción en peso de uno o más compuestos reactivos con isocianato que tengan cada uno una masa molar inferior a 500 g/mol con el compuesto reactivo con isocianato que tenga una masa molar superior a 500 g/mol sea 90:10 o inferior, tal como 95:5 o 99:1. Preferiblemente, no se usa un compuesto reactivo con isocianato adicional que tenga una masa molar superior a 500 g/mol cuando se forma el prepolímero de bloque duro. El prepolímero de bloque duro tiene terminación isocianato. El “bloque duro” se refiere a las propiedades que el prepolímero imparte a la espuma elastomérica a base de poliuretano obtenida, ya que el prepolímero aporta segmentos rígidos a la espuma.

El o los compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol, usados para fabricar el prepolímero de bloque duro pueden ser un compuesto o una mezcla de diferentes compuestos. Cada compuesto reactivo con isocianato tiene al menos dos hidrógenos activos en su molécula y es capaz de reaccionar con un compuesto de isocianato. El o los compuestos reactivos con isocianato pueden tener cada uno una masa molar inferior a 400 g/mol, o inferior a 300 g/mol, o inferior a 200 g/mol. La baja masa molar del uno o más compuestos reactivos con isocianato significa que se obtiene un prepolímero de bloque duro.

El compuesto reactivo con isocianato que tiene una masa molar inferior a 500 g/mol puede ser cualquier compuesto reactivo con isocianato conocido en la materia que sea adecuado para usarse en la presente divulgación. El compuesto reactivo con isocianato puede ser un extensor de cadena o una mezcla de extensores de cadena. Preferiblemente, el uno o más compuestos reactivos con isocianato comprenden al menos dos, preferiblemente tres, extensores de cadena. El compuesto reactivo con isocianato puede ser uno o más seleccionados de alcoholes polihídricos tales como etilenglicol, dietilenglicol, propilenglicol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, metilpentanodiol, 1,6-hexanodiol, dipropilenglicol y tripropilenglicol.

La composición de isocianato usada para fabricar el prepolímero de bloque duro puede comprender un compuesto de poliisocianato o una mezcla de diferentes compuestos de poliisocianato. La composición de isocianato puede comprender cualquier compuesto de poliisocianato conocido en la materia que sea adecuado para usarse en la presente divulgación. El compuesto de poliisocianato típicamente tiene la estructura $R-(NCO)_x$, en donde x es al menos 2 y R es un grupo aromático, un grupo alicíclico, un grupo alifático o una combinación de los mismos. El compuesto de poliisocianato puede comprender uno o más seleccionados de diisocianato de hexametileno, diisocianato de isofoforona, diisocianato de metilendiciclohexilo, diisocianato de ciclohexano, diisocianato de tolueno (TDI), diisocianato de naftaleno, diisocianato de tetrametilxileno, diisocianato de fenileno, diisocianato de toluidina y diisocianato de difenilmetano (también conocido como diisocianato de metilendifenilo, MDI). Puede usarse cualquier isómero del compuesto de poliisocianato. Por ejemplo, cuando se hace referencia a MDI, se hace referencia al menos a los isómeros 2,4'-MDI, 4,4'-MDI o una combinación de los mismos. Preferiblemente, la composición de isocianato comprende MDI y/o un derivado del mismo, y más preferiblemente la composición de isocianato comprende 4,4'-MDI y 2,4'-MDI. El prepolímero de bloque duro es preferiblemente un prepolímero a base de MDI.

Pueden estar presentes otros componentes en el prepolímero de bloque duro, como estabilizadores. Por ejemplo, puede agregarse un MDI modificado (como MDI modificado con uretonimina)

al prepolímero para mejorar la estabilidad líquida del prepolímero.

Los compuestos de prepolímero de bloque duro disponibles comercialmente adecuados para usarse en la presente divulgación se venden bajo los nombres comerciales SUPRASEC® y RUBINATE® de Huntsman Corporation. Un prepolímero de bloque duro particularmente preferido para usarse en la presente divulgación es SUPRASEC®2021.

Se conocen en la materia métodos para preparar el prepolímero de bloque duro. Las cantidades relativas de composiciones de isocianato y compuesto(s) reactivos al isocianato dependen de sus pesos equivalentes y del NCO% deseado y pueden determinarse fácilmente por los expertos en la técnica.

El % NCO del prepolímero de bloque duro puede variar de aproximadamente 15% a aproximadamente 30%, o de aproximadamente 17% a aproximadamente 28%, o de aproximadamente 19% a aproximadamente 27%, o de aproximadamente 20% a aproximadamente 26%, o de aproximadamente 21% a aproximadamente 25%. Tal como se usa en la presente, el % NCO se refiere al contenido de isocianato y puede calcularse a partir de ISO 14896:2009.

La funcionalidad promedio del prepolímero de bloque duro puede variar de aproximadamente 1.7 a aproximadamente 2.3, o de aproximadamente 1.8 a aproximadamente 2.2, o de aproximadamente 1.9 a aproximadamente 2.1. Tal como se usa en la presente, la "funcionalidad promedio" se refiere a la funcionalidad promedio en número, tal como se usa comúnmente en la técnica. La funcionalidad promedio de un compuesto o composición de isocianato se refiere al número promedio de grupos NCO en cada molécula. De manera similar, la funcionalidad promedio de un compuesto o composición de poliol se refiere al número promedio de grupos OH en cada molécula.

En una modalidad preferida, el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI, preferiblemente una mezcla de 4,4'-MDI y 2,4'-MDI; y al menos dos extensores de cadena, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol, opcionalmente en donde el % NCO del prepolímero de bloque duro puede variar de aproximadamente 20% a aproximadamente 26% y la funcionalidad promedio del prepolímero de bloque duro puede variar de aproximadamente 1.8 a aproximadamente 2.2.

El componente de isocianato puede contener sólo el prepolímero de bloque duro o puede contener compuestos de isocianato adicionales. En una modalidad, el componente de isocianato comprende además un compuesto de poliisocianato que es diferente del prepolímero de bloque duro.

El compuesto de poliisocianato puede ser un compuesto de isocianato polimérico y, preferiblemente, es MDI polimérico. Los compuestos MDI poliméricos disponibles comercialmente adecuados para usarse en la presente divulgación se venden bajo los nombres comerciales SUPRASEC® y RUBINATE® de Huntsman Corporation. Un MDI polimérico particularmente preferido para usarse en la presente divulgación es SUPRASEC® 5025.

El % NCO del compuesto de poliisocianato puede variar de aproximadamente 25% a aproximadamente 40%, o de aproximadamente 26% a aproximadamente 38%, o de aproximadamente 26% a aproximadamente 37%, o de aproximadamente 26% a aproximadamente 36%, o de aproximadamente 27% a aproximadamente 35%, o de aproximadamente 28% a aproximadamente 34%, o de

aproximadamente 29% a aproximadamente 33%.

La funcionalidad promedio del compuesto de poliisocianato puede variar de aproximadamente 2.4 a aproximadamente 3.0, o de aproximadamente 2.5 a aproximadamente 2.9, o de aproximadamente 2.6 a aproximadamente 2.8.

5 En una modalidad preferida, el compuesto de poliisocianato es MDI polimérico, en donde el % NCO del MDI polimérico varía de aproximadamente 28% a aproximadamente 34%, y la funcionalidad promedio del MDI polimérico varía de aproximadamente 2.5 a aproximadamente 2.9.

La proporción de peso del prepolímero de bloque duro al compuesto de poliisocianato, cuando está presente, en el componente de isocianato puede variar de 65:35 a 95:5, de 70:30 a 90:10, o de 75:25 a 10 85:15. Esta proporción de peso confiere excelentes propiedades mecánicas a la espuma elastomérica.

La viscosidad a 25°C del componente isocianato puede variar de aproximadamente 400 a aproximadamente 1600 mPa.s, o de aproximadamente 500 mPa.s a aproximadamente 1500 mPa.s, o de aproximadamente 600 mPa.s a aproximadamente 1400 mPa.s. La viscosidad puede medirse usando un viscosímetro Brookfield DV-II a 25°C.

15 La funcionalidad promedio del componente isocianato puede variar de aproximadamente 1.8 a aproximadamente 2.4, o de aproximadamente 1.9 a aproximadamente 2.3, o de aproximadamente 1.9 a aproximadamente 2.2.

El componente A y el componente B pueden estar presentes en el sistema de reacción en una cantidad tal que el índice de isocianato esté entre aproximadamente 75 y aproximadamente 150, o entre 20 aproximadamente 80 y aproximadamente 140, o entre aproximadamente 85 y aproximadamente 140, o entre aproximadamente 90 y aproximadamente 130, o entre aproximadamente 95 y aproximadamente 125, o entre aproximadamente 95 y aproximadamente 120, o entre aproximadamente 95 y aproximadamente 115, cuando el componente A se mezcla con el componente B.

Como se usa en la presente, el índice de isocianato se refiere a la proporción entre los grupos 25 isocianato (grupos NCO) y los átomos de hidrógeno reactivos con isocianato presentes en una composición o formulación:

$$\frac{[\text{NCO}] \times 100}{[\text{Hidrógeno activo}]}$$

En otras palabras, el índice de isocianato expresa el porcentaje de isocianato utilizado en una 30 composición con respecto a la cantidad de isocianato teóricamente necesaria para reaccionar con la cantidad de hidrógeno reactivo al isocianato utilizada en la composición. Debe observarse que el índice de isocianato como se usa en el presente documento se considera desde el punto de vista del proceso real de polimerización que prepara el material en el que intervienen el ingrediente isocianato y los ingredientes reactivos a isocianato. Cualquier grupo isocianato consumido en un paso preliminar para producir 35 poliisocianatos modificados (incluidos tales derivados de isocianato denominados en la técnica como prepolímeros) o cualquier hidrógeno activo consumido en un paso preliminar (por ejemplo, reaccionado con isocianato para producir polioles o poliaminas modificados) no se tienen en cuenta en el cálculo del índice de isocianato. Sólo se tienen en cuenta los grupos isocianato libres y los hidrógenos reactivos a

isocianato libres (incluidos los del agua, si se utiliza) presentes en la etapa de polimerización real.

Componente B

El componente B es un componente reactivo con isocianato que comprende: un polioli; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

Poliolios

El componente reactivo con isocianato comprende un polioli. El polioli puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 50% en peso a aproximadamente 90% en peso, con respecto al peso total del componente B. Preferiblemente, el polioli puede estar presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 55% en peso a aproximadamente 90%, de aproximadamente 60% en peso a aproximadamente 90%, de aproximadamente 60% en peso a aproximadamente 85% en peso, o de aproximadamente 65% en peso a aproximadamente 85% en peso, con respecto al peso total del componente B.

El polioli puede seleccionarse de un poliéter polioli que tiene al menos dos grupos hidroxilo (en la presente denominado "poliéter polioli"), un poliéster polioli o un poliéter-poliéster polioli. Preferiblemente, el polioli es un poliéter polioli.

El poliéter polioli puede fabricarse por la adición de óxidos de alquileo a iniciadores, que pueden contener de 2 a 8 átomos de hidrógeno activo por molécula. En algunas modalidades, los iniciadores pueden incluir glicoles, glicerol, trimetilolpropano, trietanolamina, pentaeritritol, sorbitol, sacarosa, etilendiamina, etanolamina, dietanolamina, anilina, toluendiaminas (por ejemplo, 2,4 y 2,6 toluendiaminas), polimetilen polifenilen poliaminas, N-alquilfenilen-diaminas, o-cloro-anilina, p-aminoanilina, diaminonaftaleno o una combinación de los mismos. Los óxidos de alquileo adecuados que pueden usarse para formar los poliéter polioli incluyen óxido de etileno (EO), óxido de propileno (PO), óxido de butileno o una combinación de los mismos. En una modalidad preferida, el polioli se prepara usando glicerol como iniciador y EO y PO como óxidos de alquileo.

Cuando el óxido de alquileo usado para formar el poliéter polioli es EO y/o PO, el poliéter polioli puede comprender PO, EO o una combinación de grupos o porciones PO y EO en la estructura polimérica. Estas unidades de PO y EO pueden estar dispuestas aleatoriamente o en secciones de bloques a lo largo de la estructura polimérica. En algunas modalidades, el contenido de EO del polioli puede variar de 0 a 100% en peso basado en el peso total del polioli (por ejemplo, 5% a 20% en peso). En algunas modalidades, el contenido de PO del polioli puede variar de 100 a 0% en peso con base en el peso total del polioli (por ejemplo, 95% a 80% en peso). Por consiguiente, en algunas modalidades, el contenido de EO de un polioli puede variar de 5% a 20% en peso del polioli, mientras que el contenido de PO puede variar de 80% a 95% en peso del polioli. Además, en algunas modalidades, las unidades EO y/o PO pueden ubicarse terminalmente en la estructura polimérica del polioli o dentro de las secciones interiores del esqueleto polimérico del polioli. Los poliéter polioli adecuados incluyen dioles y trioles de poli(oxietileno oxipropileno)

obtenidos por la adición secuencial de PO y EO a iniciadores di- o tri-funcionales que son conocidos en la materia.

Los poliéter polioles disponibles comercialmente adecuados para usarse en la presente divulgación se venden bajo el nombre comercial DALTOCEL® de Huntsman Corporation. Un poliéter poliol particularmente preferido para usarse en la presente divulgación es DALTOCEL®F499.

Otros polioles adecuados que pueden usarse en la presente divulgación incluyen polioles de Mannich que tienen una funcionalidad hidroxilo nominal de al menos 2 y que tienen al menos un átomo de nitrógeno de amina secundaria o terciaria por molécula. En algunas modalidades, los polioles de Mannich son los condensados de un compuesto aromático, un aldehído y una alcanolamina. Por ejemplo, un condensado de Mannich puede producirse por la condensación de uno o ambos fenol y un alquilfenol con formaldehído y uno o más de monoetanolamina, dietanolamina y diisopronolamina. En algunas modalidades, los condensados de Mannich comprenden los productos de reacción de fenol o nonilfenol con formaldehído y dietanolamina. Los condensados de Mannich de la presente divulgación pueden prepararse por cualquier proceso conocido. En algunas modalidades, los condensados de Mannich sirven como iniciadores para la alcoxilación. Puede usarse cualquier óxido de alquileo (por ejemplo, los óxidos de alquileo mencionados anteriormente) para alcoxilar uno o más condensados de Mannich. Cuando se completa la polimerización, el poliol de Mannich comprende grupos hidroxilo primarios y/o grupos hidroxilo secundarios unidos a átomos de carbono alifáticos.

El poliol puede tener un peso molecular promedio en peso que varía de aproximadamente 1000 g/mol a aproximadamente 7500 g/mol, o de aproximadamente 2000 g/mol a aproximadamente 7000 g/mol, o de aproximadamente 3000 g/mol a aproximadamente 6500 g/mol, o de aproximadamente 3500 g/mol a aproximadamente 6000 g/mol, o de aproximadamente 4000 g/mol a aproximadamente 6000 g/mol, o de aproximadamente 4500 g/mol a aproximadamente 5500 g/mol, o de aproximadamente 4700 g/mol a aproximadamente 5300 g/mol. El “peso molecular promedio en peso” como se utiliza en el presente se mide por cromatografía de permeación en gel (GPC, por sus siglas en inglés).

El poliol puede tener un índice de hidroxilo que varía de aproximadamente 10 mg de KOH/g a aproximadamente 180 mg de KOH/g, o de aproximadamente 10 mg de KOH/g a 150 mg de KOH/g, o de aproximadamente 10 mg de KOH/g a 125 mg de KOH/g, o de aproximadamente 10 mg de KOH/g a 100 mg de KOH/g, o de aproximadamente 15 mg de KOH/g a 90 mg de KOH/g, o de aproximadamente 20 mg de KOH/g a 80 mg de KOH/g, o de aproximadamente 20 mg de KOH/g a 70 mg de KOH/g, o de aproximadamente 20 mg de KOH/g a 60 mg de KOH/g, o de aproximadamente 20 mg de KOH/g a 50 mg de KOH/g. El índice de hidroxilo de un poliol puede medirse usando ASTM-D4274-21.

El poliol puede tener una funcionalidad promedio que varía de aproximadamente 2.0 a aproximadamente 3.0, o de aproximadamente 2.1 a aproximadamente 2.9, o de aproximadamente 2.2 a aproximadamente 2.8, o de aproximadamente 2.3 a aproximadamente 2.7, o de aproximadamente 2.4 a aproximadamente 2.6.

El propósito del poliol es impartir flexibilidad a la espuma elastomérica a base de poliuretano, lo cual es necesario para evitar el agrietamiento y/o fractura. También se necesita flexibilidad para impartir

dureza a la espuma.

En una modalidad preferida, el polioli es un poliéter polioli que tiene un peso molecular promedio en peso que varía de aproximadamente 4000 g/mol a aproximadamente 6000 g/mol, un índice de hidroxilo que varía de aproximadamente 20 mg KOH/g a aproximadamente 50 mg KOH/g, una funcionalidad promedio que varía de aproximadamente 2.0 a aproximadamente 3.0.

Pueden estar presentes otros polioles en el componente B. El componente B puede contener solo un tipo de polioli, tal como un poliéter polioli como se describió anteriormente.

Extensores de cadena

El componente B comprende un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena. Los extensores de cadena reaccionan con el componente isocianato para formar un segmento duro rígido en la espuma elastomérica a base de poliuretano. El propósito de los extensores de cadena es impartir dureza y resistencia a la tracción a la espuma.

El primer y segundo extensores de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono. Preferiblemente, el primer y segundo extensores de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 5 átomos de carbono, más preferiblemente de 2 a 4 átomos de carbono.

En una modalidad, el primer y segundo extensores de cadena cada uno tiene un intervalo de masa molar de aproximadamente 60 a aproximadamente 200 g/mol, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 150 g/mol, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 140 g/mol, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 130 g/mol, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 120 g/mol, o de aproximadamente 60 a aproximadamente 110 g/mol. La masa molar del primer extensor de cadena es preferiblemente menor a la masa molar del segundo extensor de cadena.

En una modalidad, el primer y segundo extensores de cadena son cada uno dioles alifáticos lineales, y preferiblemente cualquiera seleccionado independientemente de monoetilenglicol (MEG), dietilenglicol (DEG), 1,3-propanodiol, 1,2-propanodiol, 2-metil-1,3-propanodiol, 3-cloro-1,2-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,3-butanodiol, 2,3-butanodiol, 2-etil-1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,3-pentanodiol, 3-metil-1,5-pentanodiol, 2-metil-2,4-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,2-hexanodiol y dipropilenglicol.

En una modalidad preferida, el primer extensor de cadena es monoetilenglicol (MEG) y/o el segundo extensor de cadena es dietilglicol (DEG). En una modalidad preferida, el primer extensor de cadena es monoetilenglicol (MEG) y/o el segundo extensor de cadena es dietilglicol (DEG).

En una modalidad, la suma de los equivalentes de OH para el primer extensor de cadena y el segundo extensor de cadena contribuye a más de 85%, o más de 87%, o más de 89% de los equivalentes de OH estequiométricos totales (excluyendo agua) en el componente B.

En una modalidad, el primer extensor de cadena está presente en el componente B en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 3% en peso a aproximadamente 17% en peso, o de 4% en peso a 16% en peso, o de 5% en peso a 15% en peso, o de 6% en peso a 14% en peso, o de 7% en peso a 13% en peso, o de 8% en peso a 12% en peso, o de 9% en peso a 11% en peso, en base al peso total del componente B.

En una modalidad, el segundo extensor de cadena está presente en el componente B en una

cantidad en el intervalo de aproximadamente 2% en peso a aproximadamente 12% en peso, o de 3% en peso a 11% en peso, o de 4% en peso a 10% en peso, o de 5% en peso a 9% en peso, o de 6% en peso a 8% en peso, en base al peso total del componente B.

En una modalidad, la proporción en peso del primer extensor de cadena al segundo extensor de cadena en el componente B es 10:2 a 10:9, o 10:5 a 10:9, o 10:6 a 10:8.

En una modalidad preferida, el primer extensor de cadena es MEG y el segundo extensor de cadena es DEG, en donde el primer extensor de cadena está presente en el componente B en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 15% en peso y el segundo extensor de cadena está presente en el componente B en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 4% en peso a aproximadamente 10% en peso, en base al peso total del componente B.

Promotor de adhesión

El componente B comprende uno o más promotores de adhesión. La inclusión de los promotores de adhesión en el componente B es ventajosa en lugar de imprimir las celdas de espuma/batería u otro objeto que se vaya a encapsular, porque es menos probable que se produzca una deposición incorrecta de la capa de imprimación y/o elimina un paso adicional (es decir, un paso de imprimación).

La función del promotor de adhesión es mejorar la adhesión de la espuma elastomérica a base de poliuretano a las celdas de la batería u otro objeto que rodea o encapsula.

Los inventores han descubierto sorprendentemente que la mezcla de reacción descrita en la presente es excelente en sus propiedades mecánicas para usarse como material de encapsulamiento de baterías en EV, pero también tiene una excelente adhesión a las celdas de la batería, lo que hace que la espuma sea particularmente útil como material de encapsulamiento de baterías.

El componente B puede comprender uno, dos, tres, cuatro o cinco promotores de adhesión. Preferiblemente, el componente B comprende dos promotores de adhesión que son diferentes entre sí.

En la presente divulgación puede usarse cualquier promotor de adhesión conocido en la materia y, particularmente, cualquier promotor de adhesión conocido que se adhiera bien al acero niquelado es útil para el encapsulamiento de baterías. Los ejemplos de promotores de adhesión adecuados incluyen, pero no se limitan a, ácido fosfórico o derivados del mismo, poliésteres con funcionalidad ácida, sales de poliéster-alkil-amonio, acrílicos con funcionalidad ácida, resinas epoxídicas, siloxanos, silanos. Preferiblemente, el promotor de adhesión se selecciona de una sal de poliéster alkil amonio y un poliéster con funcionalidad ácida. Preferiblemente, la sal de poliéster alkil amonio tiene un valor de acidez de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg de KOH/g, o entre aproximadamente 20 a 40 mg de KOH/g, y un valor de amina de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg de KOH/g, o entre aproximadamente 20 a 40 mg KOH/g. El valor de amina puede determinarse mediante ASTM D 2074-07 y el valor de acidez se puede determinar mediante ASTM D 7253-16. Los promotores de adhesión disponibles comercialmente que son particularmente útiles en la presente divulgación incluyen BYK-4509 (una sal de poliéster alkil amonio disponible de BYK) y TEGO® Addbond LP 1611 (un poliéster con función ácida disponible de Evonik).

En una modalidad preferida, el componente B comprende un primer promotor de adhesión y un

segundo promotor de adhesión, en donde el primer promotor de adhesión es una sal de poliéster alquilamonio que tiene un valor de acidez de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg de KOH/g y un valor de amina de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg KOH/g; y el segundo promotor de adhesión es un poliéster con función ácida. El o los promotores de adhesión pueden consistir en un primer promotor de adhesión y un segundo promotor de adhesión que es diferente del primer promotor de adhesión.

En una modalidad, los uno o más promotores de adhesión están presentes en el componente B en una cantidad total que varía de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 15% en peso, o de 1% en peso a 12% en peso, o de 1% en peso a 10% en peso, o de 2% en peso a 8% en peso, basado en el peso total del componente B.

En una modalidad, cuando solo hay un promotor de adhesión presente en el componente B, el promotor de adhesión se encuentra en una cantidad que varía de aproximadamente 1% a aproximadamente 6% en peso, o de 1% a 5% en peso, o de 2% a 4% en peso, con respecto al peso total del componente B. En una modalidad, cuando solo hay dos promotores de adhesión presentes en el componente B (un primer promotor de adhesión y un segundo promotor de adhesión), el primer promotor de adhesión se encuentra en una cantidad que varía de aproximadamente 1% a 6% en peso, o de 1% a 5% en peso, o de 2% a 4% en peso, y el segundo promotor de adhesión está presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 6% en peso, o de 1% en peso a 5% en peso, o de 2% en peso a 4% en peso, basado en el peso total del componente B. Esta cantidad de promotor de adhesión garantiza buenas propiedades adhesivas sin afectar significativamente las propiedades mecánicas de la espuma.

AGENTE ESPUMANTE

El componente B comprende un agente de soplado. Pueden estar presente uno o más agentes de soplado.

Los agentes de soplado físicos y químicos son adecuados para usarse en la presente divulgación. Cualquier agente de soplado físico conocido en la técnica puede usarse como el agente de soplado. Por ejemplo, los compuestos de agente de soplado adecuados incluyen hidrocarburos, hidroclorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, hidrohaloolefinas, o combinaciones de estos.

Los ejemplos de agentes de soplado de hidrocarburo que pueden usarse incluyen hidrocarburos alifáticos inferiores o cíclicos, lineales o ramificados (por ejemplo, alcanos, alquenos y cicloalcanos, preferiblemente aquellos compuestos que tienen de 4 a 8 átomos de carbono). Ejemplos específicos de agente de soplado adecuados incluyen n-butano, isbutano, 2,3-dimetilbutano, ciclobutano, n-pentano, isopentano, mezclas de pentano grado técnico, ciclopentano, metilciclopentano, neopentano, n-hexano, isohexano, n-heptano, isoheptano, ciclohexano, metilciclohexano, 1-penteno, 2-metilbuteno, 3-metilbuteno, 1-hexeno, o combinaciones de estos.

Ejemplos de hidroclorofluorocarbonos adecuados incluyen 1-cloro-1,2-difluoroetano, 1-cloro-2,2-difluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, 1,1-dicloro-1-fluoroetano, monoclorodifluorometano, o combinaciones de estos.

Los ejemplos de hidrofluorocarbonos adecuados incluyen 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC 134a), 1,1,2,2-tetrafluoroetano, trifluorometano, heptafluoropropano, 1,1,1-trifluoroetano, 1,1,2-trifluoroetano, 1,1,1,2,2-pentafluoropropano, 1,1,1,3-tetrafluoropropano, 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (HFC 245fa), 1,1,3,3,3-pentafluoropropano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-n-butano (HFC 365mfc), 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-n-butano, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC 227ea), o combinaciones de los mismos.

Ejemplos de hidrohaloolefinas adecuadas son trans-1-cloro-3,3,3-fluoropropeno (HFO 1233zd), trans-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO 1234ze), cis- y trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno (HFO 1336mzz), o combinaciones de estos.

Los agentes de soplado químicos, como agua, ácido monocarboxílico (por ejemplo, ácido fórmico), y ácido policarboxílico, pueden ser usados también como el único agente de soplado. Alternativamente, estos agentes de soplado químicos pueden ser usados también en combinación con los agentes de soplado físicos descritos anteriormente como un agente co-soplado.

En una modalidad preferida, el agente de soplado es agua. El agua reacciona con los isocianatos para formar CO₂ gaseoso con el fin de impartir la estructura de espuma al poliuretano.

En una modalidad, el segundo extensor de cadena está presente en el componente B en una cantidad de menos de aproximadamente 1% en peso o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.9% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.8% o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.7% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.6% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.5% en peso, basado en el peso total del componente B.

Aditivos en el componente B

El uso de un tensoactivo en el componente B ayuda a controlar la estructura de celda del producto de espuma final. Por lo tanto, el componente B puede comprender un tensoactivo. El componente B puede contener dos o más tensoactivos. Puede usarse cualquier tensoactivo conocido en la materia en el componente B. Los tensoactivos adecuados incluyen tensoactivos a base de silicona y tensoactivos no basados en silicona. En una modalidad preferida, el tensoactivo comprende un tensoactivo a base de silicona o dos tensoactivos a base de silicona. Los tensoactivos a base de silicona adecuados incluyen copolímeros de poldimetilsiloxano de poliéter. Los tensoactivos a base de silicona comercialmente disponibles adecuados para usarse en la presente divulgación incluyen TEGOSTAB® B 1048 (disponible de Evonik) y VORASURF® DC198 (disponible de DOW Chemical Co.).

En una modalidad, el tensoactivo está presente en el componente B en una cantidad de menos de aproximadamente 2% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 2% en peso, o de aproximadamente 0.5% en peso a aproximadamente 1.9% en peso, o de aproximadamente 0.5% en peso a aproximadamente 1.8% en peso, o de aproximadamente 0.5% en peso a aproximadamente 1.7% en peso, o de aproximadamente 0.5% en peso a aproximadamente 1.6% en peso, o de aproximadamente 0.5% en peso a aproximadamente 1.5% en peso, basado en el peso total del componente B.

Puede incluirse un catalizador en el componente B para mejorar el curado de la mezcla de reacción formada cuando se mezclan los componentes A y B. Preferiblemente se incluye un catalizador de acción

retardada. Esto permite que la mezcla de reacción llene un paquete de baterías y encapsule eficazmente las celdas de la batería antes del curado. Los catalizadores adecuados incluyen catalizador de amina terciaria bloqueada (como DABCO®8154 disponible por Evonik), catalizadores de ácido fórmico bloqueado (como JEFFCAT®ZF-54 disponible por Huntsman Corporation) y un catalizador de soplado de amina terciaria (como POLYCAT®SA 5 disponible por Evonik). Pueden usarse uno o más catalizadores en el componente B.

En una modalidad, el catalizador está presente en el componente B en una cantidad de menos de aproximadamente 1% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.9% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.8%, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.7% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.6% en peso, o de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 0.5% en peso, basado en el peso total del componente B.

Pueden estar presentes aditivos adicionales en el componente B, como antioxidantes, un agente de reticulación o un pigmento.

A continuación se presentan algunos sistemas de reacción ejemplares de la presente divulgación.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro, en donde el prepolímero de bloque duro es formado a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI, y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro, en donde el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión, en donde uno o más promotores de adhesión se seleccionan independientemente de poliésteres con funcionalidad ácida y sales de poliéster-alkil-amonio; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro, en donde el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una

composición de isocianato que comprende MDI y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer extensor de cadena y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; un primer promotor de adhesión y un segundo promotor de adhesión que es diferente del primer promotor de adhesión, en donde el primer promotor de adhesión es una sal de poliéster alquil amonio que tiene un valor de acidez de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg de KOH/g y un valor de amina de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg KOH/g, y el segundo promotor de adhesión es un poliéster con función ácida; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro, en donde el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; un primer promotor de adhesión y un segundo promotor de adhesión que es diferente del primer promotor de adhesión, en donde el primer promotor de adhesión es una sal de poliéster alquil amonio que tiene un índice de acidez de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg KOH/g y un valor de amina de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 50 mg KOH/g, y el segundo promotor de adhesión es un poliéster con funcionalidad ácida, en donde el primer promotor de adhesión está presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 6% en peso y el segundo promotor de adhesión está presente en el componente B en una cantidad que varía de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 6% en peso, basado en el peso total del componente B; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro y MDI polimérico, donde el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: el componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero

de bloque duro, en donde el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI y uno o más compuestos reactivos con isocianato, cada uno con una masa molar inferior a 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol; un primer extensor de cadena que es MEG y un segundo extensor de cadena que es DEG; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano comprende: el componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro, en donde el prepolímero de bloque duro se forma a partir de la reacción entre: una composición de isocianato que comprende MDI, y al menos dos compuestos reactivos con isocianato cada uno con una masa molar inferior a aproximadamente 500 g/mol; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliéter poliol que tiene un peso molecular promedio en peso que varía de aproximadamente 1000 g/mol a aproximadamente 7500 g/mol; un primer extensor de cadena que es MEG un segundo extensor de cadena que es DEG; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

En una modalidad, el sistema de reacción para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano que tiene una resistencia a la tracción a 23°C de al menos aproximadamente 3.0 MPa, un % de elongación a la ruptura a 23°C de al menos aproximadamente 50% y un módulo (12 mm/min, 0.1-2% de deformación) a 23°C de al menos aproximadamente 30 MPa, comprende: componente A) un componente de isocianato que comprende un prepolímero de bloque duro; y componente B) un componente reactivo con isocianato que comprende: un poliol; un primer extensor de cadena y un segundo extensor de cadena que es diferente del primer extensor de cadena, en donde el primer y el segundo extensor de cadena son cada uno un diol alifático que tiene de 2 a 6 átomos de carbono; uno o más promotores de adhesión; un agente de soplado; opcionalmente un tensoactivo; y opcionalmente un catalizador.

Un método para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano

La presente divulgación proporciona un método para producir una espuma elastomérica a base de poliuretano, el método que comprende: mezclar el componente A con el componente B como se define en el sistema de reacción para formar una mezcla reactiva; y dejar que la mezcla de reacción se cure para formar una espuma elastomérica a base de poliuretano.

Los métodos para mezclar el componente A y el componente B son conocidos en la técnica, e incluyen mezclado mecánico.

El método puede además comprender colocar la mezcla reactiva en un molde antes de permitir que la mezcla se cure. La espuma elastomérica a base de poliuretano formada por el curado de la mezcla reactiva puede luego desmoldarse, si se usa un molde.

Para facilitar el curado, la mezcla reactiva puede calentarse a una temperatura superior a la ambiente, como entre aproximadamente 30°C y aproximadamente 100°C, o entre aproximadamente 30°C y aproximadamente 50°C, o entre aproximadamente 35°C y aproximadamente 45°C. Alternativamente, si

la mezcla de reacción se coloca en un molde para su curado, este puede precalentarse para estar entre aproximadamente 30°C y aproximadamente 100°C, o entre aproximadamente 30°C y aproximadamente 50°C, o entre aproximadamente 35°C y aproximadamente 45°C. Sin embargo, no es necesario calentar la mezcla reactiva para curarla.

5 **Espuma elastomérica a base de poliuretano**

El sistema de reacción descrito anteriormente puede usarse en el método descrito anteriormente para obtener una espuma elastomérica a base de poliuretano.

Las propiedades a la tracción de la espuma elastomérica a base de poliuretano producida de acuerdo con la presente divulgación son responsables de la excelente idoneidad de la espuma como material de encapsulamiento de baterías, especialmente en los EV.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene una resistencia a la tracción a 23°C de al menos aproximadamente 2.0 MPa, o al menos aproximadamente 2.5 MPa, o al menos aproximadamente 3.0 MPa, o al menos aproximadamente 3.1 MPa, o al menos aproximadamente 3.2 MPa, o que varía de aproximadamente 3.0 MPa a aproximadamente 10 MPa, o que varía de aproximadamente 3.0 MPa a aproximadamente 5.0 MPa, o que varía de aproximadamente 3.1 MPa a aproximadamente 5.0 MPa, o que varía de aproximadamente 3.2 MPa a aproximadamente 5.0 MPa. La resistencia a la tracción es el estrés a la tracción máxima sostenida por una muestra de prueba durante una prueba de tracción. La resistencia a la tracción mide esencialmente la resistencia de la espuma a fuerzas de elongación. Por lo tanto, normalmente una mayor resistencia a la tracción es beneficiosa para el material de encapsulamiento de la batería de los EV.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene un % de elongación en la ruptura a 23°C de al menos aproximadamente 40%, o al menos aproximadamente 45%, o al menos aproximadamente 50%, o al menos aproximadamente 55%, o al menos aproximadamente 60%, o que varía de aproximadamente 50% a aproximadamente 90%, o que varía de aproximadamente 55% a aproximadamente 90%, o que varía de aproximadamente 60% a aproximadamente 90%. La elongación a la ruptura mide esencialmente la flexibilidad de la espuma, que se correlaciona con la resistencia a la ruptura o al agrietamiento cuando se aplica una tensión. Por lo tanto, normalmente una mayor elongación a la ruptura es beneficioso para el material de encapsulamiento de la batería de un EV.

Se miden la resistencia a la tracción y la elongación a la ruptura de la espuma elastomérica a base de poliuretano de acuerdo con ISO 1798:2008, usando una muestra tipo 1A y una velocidad de prueba de 12 mm/min. Es decir, la velocidad de desplazamiento del agarre accionado por energía especificada en la prueba estándar se ha modificado a 12 mm/min.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene un modulo (12 mm/min, 0.1-2% de deformación) a 23°C de al menos aproximadamente 20 MPa, o al menos aproximadamente 25 MPa, o al menos aproximadamente 30 MPa, o al menos aproximadamente 32 MPa, o al menos aproximadamente 34 MPa, o al menos aproximadamente 36 MPa, o al menos aproximadamente 38 MPa, o al menos aproximadamente 40 MPa, o que varía de aproximadamente 30 MPa a aproximadamente 80 MPa, o que varía de aproximadamente 35 MPa a 80 MPa, o que varía de aproximadamente 40 MPa a

aproximadamente 80 MPa. La frase "(12mm/min, 0.1-2% de deformación)" significa que el módulo se midió a una velocidad de deformación de 12 mm/min, entre un intervalo de deformación de 0.1-2%. El módulo se refiere también al módulo de Young, y es una medida de elasticidad. Por lo general, un módulo más alto es beneficioso para el material de encapsulamiento de la batería en un EV.

El módulo se refiere a la proporción entre la diferencia de tensión y la diferencia de deformación correspondiente a una deformación del 0.1% y 2%. La tensión es la proporción entre la fuerza medida y la sección transversal inicial de la muestra de tracción. La deformación se mide mediante un extensómetro (de pinza o de vídeo) que registra el cambio de longitud durante la prueba de las marcas de calibración en la parte central de sección constante de la muestra de tracción. La deformación es la proporción entre la longitud medida entre las marcas de calibración y la longitud inicial (al comienzo de la prueba) entre esas marcas de calibración.

En una modalidad preferida, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene una resistencia a la tracción a 23°C de al menos aproximadamente 3 MPa, un % de elongación a la ruptura a 23°C de al menos aproximadamente 50%, y un módulo (12 mm/min, 0.1-2% de deformación) a 23°C de al menos aproximadamente 30 MPa. Una espuma elastomérica a base de poliuretano que tiene esta combinación de propiedades de tracción es un excelente material de encapsulamiento de baterías. capacidad de deformación y adecuada rigidez, y por lo tanto protege las celdas de batería que encapsula de las duras condiciones que se experimentan, por ejemplo, en un EV, donde experimenta vibraciones significativas, impactos mecánicos y temperaturas extremas. Los inventores han encontrado sorprendentemente que la combinación anterior de propiedades de tracción puede obtenerse fabricando una espuma elastomérica a base de poliuretano usando la mezcla de reacción descrita en la presente.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene un:

Módulo de almacenamiento (MPa) a -35°C/ módulo de almacenamiento (MPa) a 100°C

que varía de aproximadamente 10 a aproximadamente 150, o de aproximadamente 20 a aproximadamente 100, o de aproximadamente 20 a aproximadamente 75, o de aproximadamente 30 a 60, o de aproximadamente 40 a aproximadamente 50. Es sorprendente que la espuma elastomérica a base de poliuretano de la presente divulgación tenga una proporción de módulo de almacenamiento a -35 °C y 100 °C en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 150, ya que esto indica un nivel muy estable de propiedades mecánicas (incluyendo propiedades de tracción) en un amplio intervalo de temperatura.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene una tangente delta inferior a aproximadamente 0.5, o inferior a aproximadamente 0.4, o inferior a aproximadamente 0.35, en el intervalo de temperatura de -60°C a 200°C. La tangente delta es la proporción entre el módulo de pérdida y el módulo de almacenamiento. Es esencialmente una medida de la disipación de energía de la espuma.

El módulo de almacenamiento y la tangente delta de la espuma se miden por análisis mecánico dinámico (DMA) usando una máquina TA Q800 DMA con una abrazadera voladiza doble. Las dimensiones de la muestra son: longitud 80 mm, ancho aproximado 10 mm y espesor aproximado 5 mm. La medición se realizó con una amplitud de 5 µm y una frecuencia de 1 Hz. Las muestras se escanean durante un

barrido de temperatura de -60°C a 200°C a $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

En una modalidad, la espuma elastomérica a base de poliuretano tiene una densidad de al menos aproximadamente 200 kg/m^3 , o al menos aproximadamente 300 kg/m^3 , o al menos aproximadamente 350 kg/m^3 , o al menos aproximadamente 380 kg/m^3 , o al menos aproximadamente 400 kg/m^3 , o en el intervalo de aproximadamente 200 kg/m^3 a aproximadamente 1000 kg/m^3 , o en el intervalo de aproximadamente 300 kg/m^3 a aproximadamente 800 kg/m^3 , o en el intervalo de aproximadamente 350 kg/m^3 a aproximadamente 600 kg/m^3 , o en el intervalo de aproximadamente 350 kg/m^3 a aproximadamente 500 kg/m^3 .

La mezcla de reacción descrita en la presente es capaz de formar espumas elastoméricas a base de poliuretano que tienen las propiedades de tracción descritas anteriormente.

Un método para encapsular un paquete de baterías que comprende una pluralidad de celdas de batería y un paquete de baterías encapsulado

La presente divulgación proporciona un método para encapsular un paquete de baterías que comprende una pluralidad de celdas de batería, el método comprende: mezclar el componente A con el componente B como se define en el sistema de reacción descrito en la presente para formar una mezcla reactiva; colocar la mezcla reactiva alrededor de la pluralidad de celdas de batería; y permitir que la mezcla reactiva se cure para encapsular al menos parcialmente la pluralidad de celdas de batería con una espuma elastomérica a base de poliuretano.

Un paquete de baterías contiene una pluralidad de celdas de batería, que pueden configurarse de cualquier cantidad de maneras. Por ejemplo, es importante que los EV protejan la pluralidad de celdas de la batería usando un material de encapsulamiento. En este caso, el material de encapsulamiento de la batería es espuma elastomérica a base de poliuretano.

Puede usarse cualquier método conocido en la materia para colocar la mezcla reactiva alrededor de la pluralidad de celdas de batería a fin de obtener el paquete de batería encapsulado, y no es necesario analizar en detalle el método en la presente.

La espuma elastomérica a base de poliuretano puede encapsular completamente, o sustancialmente por completo, la pluralidad de celdas de batería.

El paso de curado puede facilitarse calentando la mezcla reactiva o precalentando un molde dentro del paquete de baterías a una temperatura de, por ejemplo, de aproximadamente 30 a 50°C .

Se puede obtener un paquete de baterías encapsuladas por el método descrito anteriormente.

[Uso del sistema de reacción o espuma elastomérica a base de poliuretano en el encapsulamiento de baterías]

La presente divulgación también proporciona un uso del sistema de reacción como se describe en la presente o de la espuma elastomérica a base de poliuretano como se describe en la presente para encapsular al menos parcialmente una pluralidad de celdas de batería dentro de un paquete de batería con la espuma elastomérica a base de poliuretano. La espuma elastomérica a base de poliuretano puede encapsular completamente, o sustancialmente por completo, la pluralidad de celdas de batería.

Ejemplos

La presente divulgación se describirá con mayor detalle haciendo referencia a los Ejemplos. La presente divulgación no se limita a los siguientes Ejemplos.

Ejemplo 1

El componente A y el componente B se formaron como se indica en las tablas siguientes:

Componente A	% de peso en el componente A
SUPRASEC®2021	80
SUPRASEC®5025	20

SUPRASEC®2021 es un prepolímero de bloque duro, con un % NCO de 23.2 y funcionalidad promedio de 2.0.

SUPRASEC®5025 es un MDI polimérico, con un % NCO de 31.0 y una funcionalidad promedio de 2.7.

Componente B	% de peso en el componente B
DALTOCEL® F499	78.1
MEG	10.0
DEG	7.0
TEGOSTAB® B 1048	0.2
VORASURF® DC198	1.0
JEFFCAT® ZF-54	0.2
POLYCAT®SA 5	0.2
BYK-4509	3.0
Agua	0.3

DALTOCEL® F499 es un poliéter poliol (a base de glicerol, EO y PO) que tiene un índice de hidroxilo de 35 mg KOH/g, un peso molecular de aproximadamente 5000 y una funcionalidad de 2.5.

TEGOSTAB® B 1048 y VORASURF® DC198 son tensoactivos a base de silicona.

JEFFCAT® ZF-54 es un catalizador de soplado bloqueado con ácido fórmico.

POLYCAT®SA 5 es un catalizador de gel de amina terciaria.

MEG y DEG son extensores de cadena.

El agua es un agente de soplado.

BYK-4509 es un promotor de adhesión.

A continuación, se mezclaron los componentes A y B en una proporción de peso de 1:1 y se colocaron en un molde precalentado (a 40°C) para obtener una espuma elastomérica a base de poliuretano (con una densidad de 400 kg/m³). Las propiedades de tracción de la espuma obtenida a 23°C fueron las siguientes:

Resistencia a la tensión	3.63 MPa
--------------------------	----------

Elongación a la ruptura	73.9 %
Módulo (12 mm/min, 0.1-2% de deformación)	51.7 MPa

La resistencia a la tracción y la elongación a la ruptura se midieron de acuerdo con ISO 1798:2008, como se describió anteriormente. El módulo se midió como se describió anteriormente.

Los resultados anteriores indican que la espuma obtenida, y por lo tanto el sistema de reacción, es una excelente opción como material de encapsulamiento de baterías, especialmente en un EV, debido a su alta resistencia a la tracción, alta elongación a la ruptura y alto módulo. Además, debido a la adición de un promotor de adhesión, las propiedades adhesivas de la espuma a las superficies con las que entra en contacto son excelentes e inesperadamente, la adición de un promotor de adhesión no afecta significativamente las propiedades de tracción de la espuma.

Ejemplo 2

El componente A y el componente B se formaron como se indica en las tablas siguientes:

Componente A	% de peso en el componente A
SUPRASEC®2021	80
SUPRASEC®5025	20

SUPRASEC®2021 es un prepolímero de bloque duro, con un % NCO de 23.2 y funcionalidad promedio de 2.0.

SUPRASEC®5025 es un MDI polimérico, con un % NCO de 31.0 y una funcionalidad promedio de 2.7.

Componente B	% de peso en el componente B
DALTOCEL® F499	74.1
MEG	10.0
DEG	7.0
TEGOSTAB® B 1048	0.2
VORASURF® DC198	1.0
TEGOSTAB® B 8745 LF2	1.0
JEFFCAT® ZF-54	0.2
POLYCAT®SA 5	0.2
BYK-4509	3.0
TEGO® Addbond LP 1611	3.0
Agua	0.3

DALTOCEL® F499 es un poliéter poliol (a base de glicerol, EO y PO) que tiene un índice de hidroxilo de 35 mg KOH/g, un peso molecular de aproximadamente 5000 y una funcionalidad de 2.5.

TEGOSTAB® B 1048, TEGOSTAB® B 8745 LF2 y VORASURF® DC198 son tensoactivos a base de silicona.

JEFFCAT® ZF-54 es un catalizador de soplado bloqueado con ácido fórmico.

POLYCAT®SA 5 es un catalizador de gel de amina terciaria.

MEG y DEG son extensores de cadena.

El agua es un agente de soplado.

5 BYK-4509 es un promotor de adhesión.

TEGO® Addbond LP 1611 es un promotor de la adhesión.

A continuación, se mezclaron los componentes A y B en una proporción de peso de 1:1 y se colocaron en un molde precalentado (a 40°C) para obtener una espuma elastomérica a base de poliuretano (con una densidad de 400 kg/m³). Las propiedades de tracción de la espuma obtenida a 23°C fueron las siguientes:

Resistencia a la tensión	3.46 MPa
Elongación a la ruptura	64.5 %
Módulo (12 mm/min, 0.1-2% de deformación)	61.4 MPa

15 La resistencia a la tracción y la elongación a la ruptura se midieron de acuerdo con ISO 1798:2008, como se describió anteriormente. El módulo se midió como se describió anteriormente.

Los resultados anteriores indican que la espuma obtenida, y por lo tanto el sistema de reacción, es una excelente opción como material de encapsulamiento de baterías, especialmente en un EV, debido a su alta resistencia a la tracción, alta elongación a la ruptura y alto módulo.

20 Además, debido a la adición de dos promotores de adhesión diferentes, las propiedades adhesivas de la espuma son excelentes e inesperadamente, la adición de dos promotores de adhesión no afecta significativamente las propiedades de tracción de la espuma. En el Ejemplo 2, la espuma mostró una falla cohesiva total cuando se adhirió a una superficie de níquel, e incluso mantuvo excelentes propiedades de adhesión cuando se envejeció en un ambiente húmedo durante 10 días a 40°C y 100% de humedad relativa, lo que significa que las propiedades de adhesión de la espuma son ideales para el encapsulamiento de baterías.

Los presentes inventores han descubierto sorprendentemente que el sistema de reacción descrito en la presente obtiene espumas elastomérica a base de poliuretano con un equilibrio ideal de propiedades para usarse como material de encapsulamiento de baterías, especialmente en los EV.

30 Todos los intervalos descritos en la presente son de naturaleza ejemplar e incluyen todos los valores intermedios. Los términos “sustancialmente” y “aproximadamente” usados en la presente son intercambiables y se refieren a una medida que incluye la medida indicada y cualquier medida razonablemente cercana a la medida indicada. Las mediciones que son razonablemente cercanas a la medición indicada se desvían de la medición indicada en una cantidad razonablemente pequeña, tal como lo entienden y pueden determinar fácilmente las personas con conocimientos ordinarios en la técnica pertinente. Estas desviaciones pueden atribuirse a errores de medición, diferencias en las calibraciones de los equipos de medición y/o fabricación, errores humanos en la lectura y/o configuración de las mediciones, pequeños ajustes realizados para optimizar el desempeño y/o parámetros estructurales en vista de

diferencias en la medición asociadas con otros componentes, escenarios particulares de implementación, ajustes imprecisos y/o manipulación de objetos por una persona o máquina. En el caso de que se determine que personas con conocimientos ordinarios en la técnica pertinente no podrían determinar fácilmente valores para diferencias tan razonablemente pequeñas, el término “aproximadamente” puede entenderse como más o menos el 10% del valor indicado.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones, los términos toman los significados explícitamente definidos en la presente, salvo que el contexto dicte claramente lo contrario.

Las frases "en una modalidad" y "en algunas modalidades", etc., como se utilizan en la presente, no se refieren necesariamente a la(s) misma(s) modalidad(es), aunque puede(n) hacerlo. Además, las frases "en otra modalidad" y "en algunas otras modalidades", como se utilizan en la presente, no se refieren necesariamente a una modalidad diferente, aunque pueden hacerlo. Se pretende que todas las modalidades de la presente divulgación sean combinables.

Los términos “comprende” y “que comprende” significan incluir, pero no limitarse a, de modo que puedan estar presentes características adicionales. Los términos también pueden significar consistir en o consistir esencialmente en.

Todas las referencias y métodos de prueba citadas en la presente se incorporan como referencia en su totalidad.