

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 300**

51 Int. Cl.:

H01M 10/0569 (2010.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 4/38 (2006.01)

H01M 10/0568 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2018 PCT/EP2018/064225**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.12.2018 WO18224374**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2018 E 18733179 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2022 EP 3635807**

54 Título: **Electrolito para una batería alcalina-azufre, batería alcalina-azufre con el electrolito y usos del electrolito**

30 Prioridad:

09.06.2017 DE 102017209790

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.08.2022

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastr. 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**WELLER, CHRISTINE;
ALTHUES, HOLGER;
DÖRFLER, SUSANNE y
KASKEL, STEFAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 921 300 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

Electrolito para una batería alcalina-azufre, batería alcalina-azufre con el electrolito y usos del electrolito

Se proporciona un electrolito para una batería alcalina-azufre (p. ej., para una batería de Li-S). El electrolito contiene un éter no polar, acíclico y no fluorado, un disolvente orgánico aprótico polar y una sal conductora para una batería alcalina-azufre. Se ha encontrado que cuando se usa un electrolito de este tipo en una batería alcalina-azufre, se puede lograr una alta capacidad, una baja sobretensión, una alta estabilidad de ciclo y una alta eficiencia coulombica en la batería alcalina-azufre y también en comparación con una batería alcalina-azufre. que contiene un éter fluorado en el electrolito, se obtiene una densidad de energía gravimétrica significativamente mejorada. Se propone una batería con el electrolito y los usos del electrolito.

En las baterías de litio-azufre, se ñproduce la formación de los denominados polisulfuros de litio (Li_2S_n , con $2 \leq n \leq 8$). Algunas de estas especies de polisulfuro son solubles en los electrolitos comunes (p. ej., una mezcla a base de DME:DOL con una sal conductora). Los polisulfuros disueltos pueden penetrar en el separador contenido en entre el cátodo y el ánodo en las baterías de litio-azufre, migrar al ánodo y allí reducirse a especies de polisulfuro inferiores. Durante el proceso de carga, la reducción de los polisulfuros en el ánodo es seguida por la reoxidación en el cátodo, con lo cual se forma un proceso cíclico que reduce significativamente la eficiencia de culombio del acumulador (el denominado mecanismo de "lanzadera de polisulfuro").

Si la batería se almacena en estado cargado, también se pueden formar polisulfuros solubles, que se reducen en el ánodo. Con ello se reduce la capacidad de la pila (autodescarga). Además, la estabilidad del ciclo se reduce por procesos irreversibles asociados con estos procesos.

Además, los sistemas de electrolitos conocidos requieren una alta proporción de disolventes en la pila para el modo de acción (disolución completa del material activo del cátodo). Con ello, el electrolito ocupa la mayor proporción de peso en comparación con los otros componentes de la pila. Por consiguiente, un nuevo concepto de electrolito es esencial para aumentar la densidad de energía.

Se sabe en el estado de la técnica que la adición de compuestos que contienen N-O (tales como LiNO_3) conduce a una eficiencia coulombica y una estabilidad del ciclo significativamente mejoradas (véase, p. ej., US 7 354 680 B2). El mecanismo de acción de los compuestos que contienen N-O obviamente comienza en el ánodo de litio. Se supone que mediante los compuestos que contienen N-O (p. ej., compuestos de nitrato) se produce la formación de especies sulfónicas en la superficie del ánodo de litio.

La adición de LiNO_3 u otros compuestos que contienen N-O no resuelve el problema de forma integral, porque los compuestos que contienen N-O no evitan completamente la degradación del ánodo, lo que afecta negativamente a la estabilidad del ciclo de la pila. Además, la adición de LiNO_3 tiene una influencia en la química de la pila y posiblemente conduce a reacciones secundarias desconocidas o no deseadas. Además, LiNO_3 aumenta el peso del electrolito y, por consiguiente, el peso total de la batería en la que se utiliza el electrolito. Además, los compuestos que contienen N-O no tienen un efecto permanente. De hecho, los procesos de reparación en curso en la película superficial del ánodo consumen LiNO_3 , por lo que el efecto protector de LiNO_3 disminuye continuamente.

En el estado de la técnica se usaban éteres fluorados (especialmente TTE o HFE) como componente de electrolitos para suprimir el mecanismo de "lanzadera de polisulfuro" (véase, p. ej., el documento WO 2013/141195 A1). Se demostró un efecto positivo mediante el uso del éter fluorado, pero solo se pudieron alcanzar aprovechamientos de $< 70\%$ del material activo. Una desventaja principal de la solución conocida con éteres fluorados, precisamente cuando se usa una batería en el sector móvil, es la alta proporción en peso del electrolito en las pilas de la batería. La razón de esto es que los éteres fluorados tienen una densidad específica más alta que los correspondientes éteres no fluorados. Por lo tanto, para la misma proporción de un éter determinado, la densidad de energía gravimétrica de la forma fluorada del éter (es decir, al menos un átomo de H de la molécula de éter se reemplaza por un átomo de F) es menor en comparación con su forma no fluorada.

El documento US 2015/0318575 A1 da a conocer un electrolito para baterías secundarias de litio que contiene una sal de litio y un disolvente no acuoso, conteniendo el disolvente no acuoso un disolvente a base de éter y un disolvente a base de glicina.

El documento EP 0 829 911 A2 da a conocer un electrolito no acuoso que comprende un sistema disolvente ternario, que contiene preferiblemente un éter lineal, mezclado con un disolvente de alta permitividad y un disolvente de baja viscosidad.

El documento WO 2016/174394 A1 da a conocer una pila de litio-azufre que incluye un ánodo que incluye metal de litio o una aleación de metal de litio, un cátodo que incluye una mezcla de material de azufre electroactivo y material eléctricamente conductor sólido, y un electrolito que presenta una sal de litio y un disolvente orgánico que contiene menos del 20% en peso de sulfona, teniendo al menos una parte del ánodo un revestimiento de sulfona y estando la parte revestida en contacto con el electrolito.

Partiendo de esto, fue misión de la presente invención proporcionar un electrolito para una batería alcalina-azufre que no solo presente una alta capacidad, alta estabilidad de ciclo, una baja sobretensión y alta eficiencia coulombica, sino, además, una mayor densidad de energía gravimétrica cuando se usa en una batería.

El problema se resuelve mediante la batería alcalina-azufre según la reivindicación 1 y el uso según la reivindicación 12.

Se proporciona un electrolito para una batería alcalina-azufre (p. ej., para una batería de litio-azufre) que contiene

a) un éter acíclico no polar con la fórmula química:



5 en donde

O representa un átomo de oxígeno; y

X e Y representan en cada caso un radical hidrocarbonado saturado o insaturado, lineal o cíclico;

b) un disolvente orgánico aprótico polar;

c) una sal conductora para una batería alcalina-azufre;

10 caracterizado porque en el caso del éter acíclico no polar se trata de un éter no fluorado.

Por un éter no fluorado se entiende un éter que no presenta átomos de flúor.

Se ha descubierto que también se puede proporcionar un electrolito ventajoso para una batería alcalina-azufre sin el uso de éteres fluorados, usando un éter no fluorado, acíclico y no polar en lugar de los éteres fluorados que se usan normalmente para suprimir el mecanismo de "lanzadera de polisulfuro". Se observó que en este caso también se puede 15 reducir la solubilidad de los polisulfuros mediante estos éteres y con ello se puede suprimir el mecanismo de "lanzadera de polisulfuro". Para mantener simultáneamente la baja solubilidad del electrolito para los polisulfuros y asegurar una solubilidad suficiente de la sal conductora en el electrolito, también se añade al electrolito un disolvente orgánico aprótico polar (preferiblemente un éter o una sulfona).

Con el electrolito, cuando se utiliza en baterías alcalinas-azufre (p. ej., baterías de Li-S), se obtienen una alta capacidad, 20 una baja sobretensión, una alta estabilidad de ciclo y una alta eficiencia coulombica, comparándose la densidad de energía gravimétrica cuando el electrolito se utiliza en baterías con baterías que contienen éteres fluorados en el electrolito. Esta es una ventaja decisiva, especialmente para las baterías en uso móvil. Además, la mezcla de los disolventes orgánicos de diferente polaridad permite un ajuste preciso de las propiedades de solubilidad del electrolito en relación con la sal conductora utilizada en cada caso, lo que por un lado permite utilizar la menor cantidad posible de electrolito en una batería 25 y, con ello, continuar aumentando la densidad de energía gravimétrica y por otro lado permite alcanzar un mayor rendimiento de material activo.

El electrolito se puede caracterizar porque los radicales carbonados de X e Y del éter no fluorado acíclico no polar juntos presentan al menos cinco, preferiblemente al menos seis, de manera particularmente preferida al menos siete, de manera 30 muy particularmente preferida al menos ocho, en particular al menos nueve, opcionalmente al menos diez átomos de carbono. En el marco de la presente invención, un éter no polar se define en particular por esta propiedad. Cuanto mayor sea el número total de átomos de carbono, mayor será el punto de ebullición del éter, lo que es ventajoso para el uso del electrolito en baterías alcalinas-azufre.

Además, los radicales carbonados de X e Y del éter no fluorado, acíclico y no polar juntos pueden tener un máximo de 20, preferentemente 18, de forma especialmente preferente un máximo de 16, de forma muy especialmente preferente un 35 máximo de 14, en particular un máximo de 12, opcionalmente un máximo de 10 átomos de carbono. Un pequeño número de átomos de carbono es ventajoso porque la solubilidad de la sal conductora en el éter aumenta a medida que disminuye el número de átomos de carbono.

El radical carbonado de X y/o Y del éter no fluorado acíclico no polar puede tener cada uno al menos dos, preferiblemente al menos tres, más preferiblemente al menos cuatro, muy preferiblemente al menos cinco, opcionalmente al menos seis 40 átomos de carbono. En el marco de la presente invención, un éter no polar se define en particular por esta propiedad. Un mayor número de átomos de carbono en el radical carbonado X y/o Y determina un aumento del punto de ebullición del éter y, por consiguiente, es ventajoso para el empleo del electrolito en baterías alcalinas-azufre.

Además, el radical carbonado de X y/o Y del éter acíclico no polar no fluorado puede tener como máximo diez, preferentemente como máximo ocho, de forma especialmente preferente como máximo seis, de forma muy especialmente 45 preferente como máximo cinco, en particular un máximo de cuatro, opcionalmente un máximo de tres átomos de carbono. Cuanto menor sea el número de átomos de carbono en el radical carbonado X y/o Y del éter no fluorado, acíclico y no polar, mayor será la solubilidad de la sal conductora en el éter.

El éter no fluorado, acíclico y no polar puede tener una densidad de $\leq 1,4 \text{ g/cm}^3$, preferentemente $\leq 1,2 \text{ g/cm}^3$, de manera particularmente preferible $\leq 1,1 \text{ g/cm}^3$, de manera muy particularmente preferible $\leq 1,0 \text{ g/cm}^3$, en particular $\leq 0,9 \text{ g/cm}^3$, 50 opcionalmente $\leq 0,8 \text{ g/cm}^3$. Cuanto menor sea la densidad del éter, menor será su gravedad específica y, por lo tanto, mayor será la densidad de energía gravimétrica de la batería alcalina-azufre que contiene este éter en el electrolito.

El éter no fluorado, acíclico y no polar se puede seleccionar del grupo que consiste en etil propil éter, dipropil éter, diisopropil éter, di-(1,2-dimetilpropil) éter, metil butil éter, etil butil éter, propil butil éter, dibutil éter, diisobutil éter, metilpentil éter, etilpentil éter, propilpentil éter, butilpentil éter, dipentil éter, 1-(2,2-dimetilpropoxi)-2,2-dimetilpropano, diisopentil éter, metilhexil éter, etilhexil éter, propilhexil éter, butilhexil éter, pentilhexil éter, dihexil éter, metoxiciclohexano, fenetol, 2-metoxipropano, 2-metoxibutano, 2-metoxipentano, 2-metoxihexano, 2-etoxipropano, 2-etoxibutano, 2-etoxipentano, 2-etoxihexano y mezclas de los mismos.

En una forma de realización preferida, el disolvente orgánico aprótico polar presenta un número de donantes según Gutmann de ≥ 14 , preferentemente ≥ 16 , de forma especialmente preferente ≥ 18 , de forma muy especialmente preferente ≥ 20 , en particular ≥ 22 , opcionalmente ≥ 24 . El disolvente orgánico aprótico polar puede tener un número de aceptores según Gutmann de ≥ 8 , preferentemente ≥ 9 , de forma especialmente preferente ≥ 10 . En el marco de la presente invención, un disolvente orgánico aprótico polar se define en particular por esta propiedad. En particular, el número de donantes y/o número de aceptores (determinado según Gutmann) del disolvente orgánico aprótico polar difiere del número de donantes y/o del número de aceptores (determinado según Gutmann) del éter no polar, acíclico, no fluorado.

El disolvente orgánico aprótico polar del electrolito según la invención se puede seleccionar del grupo que consiste en éteres que contienen al menos dos átomos de O, acetonitrilo, piridina, dimetilsulfóxido, tetrahidrofurano, sulfona y mezclas de los mismos.

Lo más preferiblemente, el éter es un éter acíclico con la fórmula química $A-(O-B)_n-O-C$, en donde O representa un átomo de oxígeno y A, B y C representan cada uno un radical hidrocarbonado saturado o insaturado, lineal o cíclico, en donde B contiene al menos 2 átomos de carbono y $n \geq 1$, y en donde el éter se selecciona de manera particularmente preferida del grupo que consiste en 1,2-dimetoxietano, 1,3-dioxolano, 2-metoxietil éter, bis(2-(2-metoxietoxi)etil)éter y mezclas de los mismos. También se prefiere particularmente la sulfona seleccionada del grupo que consiste en sulfonas alifáticas cíclicas o no cíclicas, preferiblemente etilmetilsulfona, etilvinilsulfona y/o butilsulfona, y sulfonas alifáticas cíclicas, preferiblemente tetrametilsulfona, en donde la sulfona es opcionalmente una sulfona fluorada o no una sulfona fluorada.

El resto de carbonos B del éter puede tener como máximo cuatro, preferentemente como máximo tres, de forma especialmente preferente como máximo dos átomos de carbono y/o n puede ser ≤ 4 .

La relación en volumen del éter no fluorado, acíclico, no polar, al disolvente orgánico polar, aprótico, es de 3:1 a 9:1 (v:v).

La sal conductora del electrolito puede ser una sal conductora para una batería de litio-azufre. Se prefiere la sal conductora

i) seleccionados del grupo formado por $LiPF_6$, $LiBF_4$, $LiClO_4$, $LiSO_3FC_3$, $LiN(SO_2F)_2$, $LiN(SO_2FC_3)_2$ (LiTFSI), $LiN(SO_2F)(SO_2FC_3)$, $LiN(SO_2F)(SO_2C_4F_9)$, $LiN(SO_2FC_2FC_3)_2$, $LiC(SO_2FC_2FC_3)_3$, $LiC(SO_2FC_3)_3$, LiI , $LiCl$, LiF , $LiPF_5(SO_2FC_3)$, $LiPF_4(SO_2FC_3)_2$, y mezclas de los mismos, en donde la sal conductora preferiblemente contiene o se compone de LiTFSI; y/o

ii) contenida en el electrolito en una concentración de como máximo 4 mol/l, preferiblemente como máximo 3 mol/l, de manera particularmente preferida como máximo 2,0 mol/l, opcionalmente 1,0 mol/l.

El electrolito preferiblemente no contiene $LiNO_3$.

El electrolito puede ser líquido, en forma de gel o sólido, preferiblemente líquido o en forma de gel, de manera particularmente preferible líquido.

De acuerdo con la invención, se proporciona una batería alcalina-azufre, preferiblemente una batería de litio-azufre, que contiene un electrolito que es adecuado para una batería alcalina-azufre, en donde el electrolito contiene

a) un éter acíclico no polar con la fórmula química:



en donde

O representa un átomo de oxígeno; y

X e Y representan en cada caso un radical hidrocarbonado saturado o insaturado, lineal o cíclico;

b) un disolvente orgánico aprótico polar; y

c) una sal conductora para una batería alcalina-azufre;

en donde en el caso del éter acíclico no polar se trata de un éter no fluorado,

caracterizada porque la relación de volumen del éter no fluorado acíclico no polar al disolvente orgánico aprótico polar es de 3:1 a 9:1 (v:v).

La batería alcalina-azufre (p. ej., batería de litio-azufre) se puede caracterizar porque presenta un cátodo que contiene partículas de azufre y un material de carbono, preferiblemente partículas de azufre con un tamaño de partícula promedio de como máximo 1 μm (medido por microscopía electrónica), en donde las partículas de azufre se presentan distribuidas de manera particularmente preferible de manera homogénea en el material de carbono del cátodo, de manera particularmente preferida en los poros del material de carbono, en particular en poros de un material de carbono amorfo. El pequeño tamaño de partícula de las partículas de azufre y su distribución homogénea de las partículas de azufre en los poros del material de carbono mejora la superficie de contacto entre el material de carbono y las partículas de azufre y, con ello, la accesibilidad electroquímica del material activo de azufre en el cátodo.

Además, se propone utilizar una composición que contiene o se compone de hexil metil éter y 1,2-dimetoxietano como electrolito en una batería alcalina-azufre, preferiblemente como electrolito en una batería de litio-azufre, conteniendo la composición opcionalmente una sal conductora para una batería alcalina-azufre, preferiblemente, una sal conductora para una batería de litio-azufre, de manera particularmente preferida LiTFSI.

El objeto de acuerdo con la invención se explicará con más detalle en base a las siguientes figuras y ejemplos, sin querer limitarlo a las formas de realización específicas aquí representadas.

La figura 1 muestra, a modo de ejemplo, varios éteres acíclicos no fluorados, no polares, que se pueden utilizar en el electrolito y sus propiedades con respecto a la capacidad de solubilizar la sal conductora LiTFSI, su densidad y su punto de fusión y punto de ebullición.

La figura 2 muestra, a modo de ejemplo, varios disolventes orgánicos polares, apróticos, que se pueden utilizar en el electrolito y su número de donantes y de aceptores según Gutmann.

La figura 3 muestra las curvas de carga y las curvas de descarga para los ciclos 1, 2, 5 y 10 de una batería de litio-azufre que contiene un electrolito y que se prepara como se describe en el ejemplo 3.

1. Ejemplo - Electrolito para batería alcalina-azufre

Un electrolito preferido para una batería alcalina-azufre (p. ej., una batería de Li-S) contiene:

80 % en vol de hexil metil éter

20 % en vol de 1,2-dimetoxietano

LiTFSI 2 M

2. Ejemplo - Ejemplos concretos de éteres no fluorados, acíclicos y no polares

Algunos éteres acíclicos no fluorados, no polares que se pueden emplear en el electrolito se enumeran a continuación a modo de ejemplo:

▪ metoxiciclohexano (densidad 0,88 g/mL);

▪ etil propil éter (densidad 0,88 g/mL);

▪ butil etil éter (densidad 0,88 g/mL);

▪ hexil metil éter (densidad 0,88 g/mL);

▪ dihexil éter (densidad 0,88 g/mL);

▪ dibutil éter (densidad 0,88 g/mL);

▪ diisopropil éter (densidad 0,88 g/mL);

▪ fenetol (densidad 0,88 g/mL).

Todos los éteres acíclicos no fluorados y no polares arriba mencionados presentan una densidad de $\leq 0,97$ g/mL, que está claramente muy por debajo de la densidad de los éteres acíclicos fluorados utilizados en el estado de la técnica, cuya densidad se encuentra habitualmente por encima de 1,4 g/mL.

En la Figura 1 se encuentra una descripción general de otras propiedades de estos éteres.

3. Ejemplo - Batería alcalina-azufre con electrolito según la invención

En primer lugar, se proporcionó el cátodo de una batería de Li-S como batería alcalina-azufre mediante el uso de un material compuesto de C/S (1:2, m:m) fusionando carbono (C) y azufre (S) en un armario de secado a 155 °C durante 30 min. El material compuesto C/S (97 % en peso) se trituró con PTFE (3 % en peso) y se prensó a temperatura elevada en un proceso de laminación para formar una película de cátodo. A continuación, tiene lugar una laminación sobre una película

de aluminio imprimada con carbono. La carga de azufre del cátodo fue de aprox. 2,1 - 2,2 mg-S/cm², su densidad de aprox. 0,5 g/cm³.

Luego, el cátodo proporcionado se instaló en una pila de botón (CR2016). Para ello se ensambló una pila de botón (CR2016) con la siguiente composición:

- 5 – 1 × cátodo (véase arriba), diámetro 15 mm;
- 1 × separador (Toray F12BMS), diámetro 19 mm;
- 1 película de litio de 250 µm como ánodo (China Energy Lithium), diámetro 16,5 mm;
- 1 × espaciador V2A de 1 mm (16 mm de diámetro).

- 10 Para la producción de la batería de Li-S, se agregó a continuación un electrolito a la pila de botón, que se componía de LiTFSI 2 M (BASF, 99,9 %) en 80 % en volumen de hexil metil éter (HME, TCI, mín. 98 %) y 20 % en volumen de 1,2-dimetoxietano (DME, BASF, 99,98 %). La relación electrolito/azufre fue de 5 µl de electrolito/mg de azufre.

Después de la producción, la batería de Li-S se midió galvanostáticamente. El ciclo (carga/descarga) tuvo lugar entre 1,5 V y 2,8 V frente a Li/Li⁺ a una tasa de C/10. En la primera etapa de descarga tuvo lugar una formación de la pila con una descarga con una tasa de C/20.

- 15 El resultado se representa en la figura 3. Las curvas de carga/descarga mostradas muestran los ciclos 1, 2, 5 y 10.

Durante la descarga, usando el electrolito 2 M LiTFSI en el éter hexil metil éter (HME) no polar, acíclico y no fluorado y el éter 1,2-dimetoxietano (DME) (8:2, v:v) se alcanzó una tensión de descarga continua de aprox. 2,1 V frente a Li/Li⁺. Una primera meseta pronunciada de 2,1 V a 2,3 V frente a Li/Li⁺ no se obtiene con este electrolito.

- 20 Durante el proceso de carga, inicialmente se observó un alto sobrepotencial, que fue causado por una activación de Li₂S al comienzo del proceso de carga. También se muestra una meseta pronunciada en torno a 2,3 V frente a Li/Li⁺ durante la carga.

La supresión de una segunda meseta durante la carga o bien descarga apunta a una supresión de polisulfuros de cadena larga, lo que demuestra que mediante el electrolito puede suprimir con éxito el mecanismo de "lanzadera de polisulfuro" incluso sin la adición de aditivos adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Batería alcalina-azufre que contiene un electrolito que es adecuado para una batería alcalina-azufre, en donde el electrolito contiene

a) un éter acíclico no polar con la fórmula química:

5 X-O-Y

en donde

O representa un átomo de oxígeno; y

X e Y representan en cada caso un radical hidrocarbonado saturado o insaturado, lineal o cíclico;

b) un disolvente orgánico aprótico polar; y

10 c) una sal conductora para una batería alcalina-azufre;

en donde en el caso del éter acíclico no polar se trata de un éter no fluorado,

caracterizada por que la relación de volumen del éter no fluorado acíclico no polar al disolvente orgánico aprótico polar es de 3:1 a 9:1 (v:v).

15 2. Batería alcalina-azufre de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que los radicales carbonados de X e Y juntos presentan

i) al menos cinco, preferiblemente al menos seis, de manera particularmente preferida al menos siete, de manera muy particularmente preferida al menos ocho, en particular al menos nueve, opcionalmente al menos diez átomos de carbono; y/o

20 ii) como máximo 20, preferentemente 18, de forma especialmente preferente un máximo de 16, de forma muy especialmente preferente un máximo de 14, en particular un máximo de 12, opcionalmente un máximo de 10 átomos de carbono.

3. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el radical carbonado de X y/o Y presenta respectivamente

25 i) al menos dos, preferiblemente al menos tres, más preferiblemente al menos cuatro, muy preferiblemente al menos cinco, opcionalmente al menos seis átomos de carbono.y/o

ii) como máximo diez, preferentemente como máximo ocho, de forma especialmente preferente como máximo seis, de forma muy especialmente preferente como máximo cinco, en particular un máximo de cuatro, opcionalmente un máximo de tres átomos de carbono.

30 4. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el éter no fluorado, acíclico y no polar presenta una densidad de $\leq 1,4 \text{ g/cm}^3$, preferentemente $\leq 1,2 \text{ g/cm}^3$, de manera particularmente preferible $\leq 1,1 \text{ g/cm}^3$, de manera muy particularmente preferible $\leq 1,0 \text{ g/cm}^3$, en particular $\leq 0,9 \text{ g/cm}^3$, opcionalmente $\leq 0,8 \text{ g/cm}^3$.

35 5. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el éter no fluorado, acíclico, no polar se selecciona del grupo que consiste en etil propil éter, dipropil éter, diisopropil éter, di-(1,2-dimetil propil)éter, metil butil éter, etil butil éter, propil butil éter, dibutil éter, diisobutil éter, metilpentil éter, etilpentil éter, propilpentil éter, butilpentil éter, dipentil éter, 1-(2,2-dimetilpropoxi)-2,2-dimetilpropano, diisopentil éter, metilhexil éter, etilhexil éter, propilhexil éter, butilhexil éter, pentilhexil éter, dihexil éter, metoxiciclohexano, fenetol, 2-metoxipropano, 2-metoxibutano, 2-metoxipentano, 2-metoxihexano, 2-etoxipropano, 2-etoxibutano, 2-etoxipentano, 2-etoxihexano y mezclas de los mismos.

40 6. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el disolvente orgánico aprótico polar

i) presenta un número de donantes según Gutmann de ≥ 14 , preferentemente ≥ 16 , de forma especialmente preferente ≥ 18 , de forma muy especialmente preferente ≥ 20 , en particular ≥ 22 , opcionalmente ≥ 24 ; y/o

45 ii) presenta un número de aceptores según Gutmann de ≥ 8 , preferiblemente de ≥ 9 , de manera particularmente preferible de ≥ 10 .

7. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el disolvente orgánico aprótico polar se selecciona del grupo que consiste en éteres que contienen al menos dos átomos de O, acetonitrilo, piridina, dimetilsulfóxido, tetrahidrofurano, sulfona y mezclas de los mismos, en donde

- 5 i) el éter es de manera particularmente preferible un éter acíclico con la fórmula química $A-(O-B)_n-O-C$, en donde O representa un átomo de oxígeno y A, B y C representan cada uno un radical hidrocarbonado saturado o insaturado, lineal o cíclico, en donde B contiene al menos 2 átomos de carbono y $n \geq 1$, y en donde el éter se selecciona de manera particularmente preferida del grupo que consiste en 1,2-dimetoxietano, 1,3-dioxolano, 2-metoxietil éter, bis(2-(2-metoxietoxi)etil)éter y mezclas de los mismos.; y/o
- ii) la sulfona se selecciona de manera particularmente preferida del grupo que consiste en sulfonas alifáticas cíclicas o no cíclicas, preferiblemente etilmetilsulfona, etilvinilsulfona y/o butilsulfona, y sulfonas alifáticas cíclicas, de manera muy particularmente preferida tetrametilsulfona, en donde la sulfona es opcionalmente una sulfona fluorada o no una sulfona fluorada.
- 10 8. Batería alcalina-azufre de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada por que el radical carbonado B del éter presenta como máximo cuatro, preferentemente como máximo tres, de forma especialmente preferente como máximo dos átomos de carbono y/o $n \leq 4$.
9. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la sal conductora
- 15 i) se selecciona del grupo formado por $LiPF_6$, $LiBF_4$, $LiClO_4$, $LiSO_3FC_3$, $LiN(SO_2F)_2$, $LiN(SO_2FC_3)_2$ (LiTFSI), $LiN(SO_2F)(SO_2FC_3)$, $LiN(SO_2F)(SO_2C_4F_9)$, $LiN(SO_2FC_2FC_3)_2$, $LiC(SO_2FC_2FC_3)_3$, $LiC(SO_2FC_3)_3$, LiI , $LiCl$, LiF , $LiPF_5(SO_2FC_3)$, $LiPF_4(SO_2FC_3)_2$, y mezclas de los mismos, en donde la sal conductora preferiblemente contiene o se compone de LiTFSI; y/o
- ii) está contenida en una concentración de como máximo 4 mol/l, preferiblemente como máximo 3 mol/l, de manera particularmente preferida como máximo 2,0 mol/l, opcionalmente 1,0 mol/l.
- 20 10. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el electrolito
- i) no contiene $LiNO_3$; y/o
- ii) es líquido, en forma de gel, o sólido, preferiblemente líquido o en forma de gel, de manera particularmente preferible es líquido.
- 25 11. Batería alcalina-azufre de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que presenta un cátodo que contiene partículas de azufre y un material de carbono, preferiblemente partículas de azufre con un tamaño medio de partícula de como máximo 1 μm , en donde las partículas de azufre están presentes de manera particularmente preferible distribuidas homogéneamente en el material de carbono del cátodo, se presentan de manera muy particularmente preferida en los poros del material de carbono, en particular se presentan en los poros de un material de carbono amorfo.
- 30 12. Uso de una composición que contiene o se compone de hexilmetil éter y 1,2-dimetoxietano como electrolito en una batería alcalina-azufre, preferiblemente como electrolito en una batería de litio-azufre, en donde la composición contiene opcionalmente una sal conductora para una batería alcalina-azufre, preferentemente una sal conductora para una batería de litio-azufre, de forma especialmente preferente LiTFSI.

Figura 1

	Metoxi- ciclohexano	Etilpropil- éter ^a	Butil- éter	Hexil- metiléter	Dihexil-éter	Dibutiléter	Diiso- propiléter	Fenol
¿ Mezclable con LiTFSI 3 M en TMS ?	No	No	No	No	No	No	No	Sí
Solubilidad LiTFSI	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
Densidad	0,88 g/mL	0,73 g/mL	0,75 g/mL	0,77 g/mL	0,79 g/mL	0,77 g/mL	0,73 g/mL	0,97 g/mL
p.f./p.e.	-74°C / 135°C	- / 62°C	- / 92°C	- / 125°C	- / 228°C	-98°C / 141°C	-85°C / 69°C	-30°C / 170°C

Figura 2

Disolvente	Número donantes (según Gutmann)	Número aceptores (según Gutmann)
1,2-dimetoxietano (DME)	24	10,2
1,3-dioxolano (DOL)	18	k.A.
Sulfolano	14,8	19,2
Piridina	33,1	14,2
Dimetilsulfóxido	29,8	19,3
Acetonitrilo	14,1	18,9
Tetrahidrofurano	20	8,0
Diglima	19	9,9
Triglima	14	k.A.
Tetraglima	17	k.A.
Dibutiléter	k.A.	18,1
Dipropiléter	19	k.A.

Figura 3

