

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 407**

51 Int. Cl.:

H01M 10/39

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2011** **E 11844650 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2648268**

54 Título: **Acumulador de sales fundidas**

30 Prioridad:

30.11.2010 JP 2010267261

05.09.2011 JP 2011192979

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.09.2015

73 Titular/es:

SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (50.0%)

5-33 Kitahama 4-chome Chuo-ku Osaka-shi

Osaka 541-0041, JP y

KYOTO UNIVERSITY (50.0%)

72 Inventor/es:

NITTA, KOJI;

INAZAWA, SHINJI;

MAJIMA, MASATOSHI;

YAMAGUCHI, ATSUSHI;

SAKAI, SHOICHIRO;

FUKUNAGA, ATSUSHI;

HAGIWARA, RIKA;

NOHIRA, TOSHIYUKI y

MATSUMOTO, KAZUHIKO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 545 407 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

Acumulador de sales fundidas

5 Campo técnico

La presente invención se relaciona con un acumulador de sales fundidas que utiliza una sal fundida como electrolito.

Técnica anterior

10 Se ha promovido recientemente la utilización de energía natural, tal como energía solar o energía eólica.. En la generación de electricidad por la energía natural, es probable que cambie la cantidad de generación de electricidad debido a los efectos de las condiciones atmosféricas o similares. Por esta razón, se debe nivelar el suministro eléctrico por carga/descarga usando un acumulador para suministrar electricidad generada. Es decir, que un
15 acumulador que tenga una gran densidad de energía y una gran eficacia es esencial para promover la utilización de energía natural. Dichos acumuladores incluyen un acumulador de sodio-azufre divulgado en el Documento de patente 1. En el acumulador de sodio-azufre, se usan los iones sodio como iones conductores. Otros acumuladores de almacenamiento que tienen gran densidad de energía y gran eficacia incluyen un acumulador de sales fundidas.

20 Los acumuladores de sales fundidas son acumuladores que emplean sales fundidas como electrolitos y operan en un estado en el que las sales fundidas están fundidas. Como acumulador de sales fundidas, se conoce un acumulador que emplea iones sodio para los iones conductores. En dicho acumulador de sales fundidas, se usan sales fundidas que contienen iones sodio como electrolitos. Un acumulador de sodio-azufre debe operar a una temperatura de hasta 280-360°C. Además, un acumulador de sales fundidas debe operar al punto de fusión de la sal
25 fundida o por encima de él. Por esta razón, se ha deseado desarrollar un acumulador de sales fundidas que opere a una temperatura más baja.

El punto de fusión de una sal fundida como electrolito ha de ser reducido para disminuir la temperatura de operación del acumulador de sales fundidas. En general, cuando se mezclan dos sales, el punto de fusión disminuye. Por lo
30 tanto, se ha considerado utilizar una sal mixta en la que se mezclan una sal de sodio y otra sal catiónica para un acumulador de sales fundidas usando un ion sodio como ion conductor. Las sales mixtas pueden incluir, por ejemplo, una sal mixta de sal de sodio y sal de potasio, una sal mixta de sal de sodio y sal de cesio o similares. Sin embargo, cuando se usa la sal mixta de sal de sodio y sal de potasio, los iones potasio entran en un material activo de electrodo positivo en el acumulador de sales fundidas. De este modo, la estructura de cristal del material activo
35 de electrodo positivo cambia y el electrodo positivo puede deteriorarse. Cuando se usa una sal mixta de sal de sodio y sal de cesio, el ion cesio puede también causar deterioro del electrodo positivo. Además, dado que el cesio es caro debido a su escasez, el uso de cesio aumenta el coste del acumulador de sales fundidas.

El Documento JP 2008 218385 A, que es técnica anterior según el Art. 54(2) EPC, describe, entre otros elementos,
40 un acumulador de sales fundidas y una composición de sales fundidas a temperatura ambiente que puede contener un catión de amonio cuaternario.

El Documento EP 2.477.269 A1, que es técnica anterior relevante para la cuestión de la novedad sólo según el Art. 54(3) EPC, describe, entre otros elementos, un acumulador de sales fundidas que utiliza iones sodio como iones
45 conductores.

Documento de la técnica anterior

Documento de patente

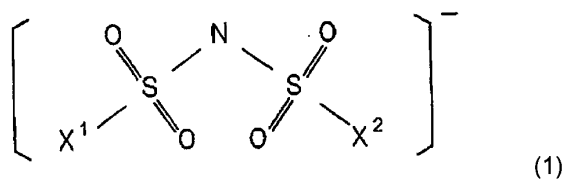
50 Documento de patente 1: Solicitud No Examinada Publicada Japonesa N° 2007-273297

Resumen de la invención**55 Problemas que la invención ha de resolver**

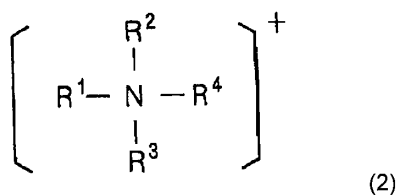
El objeto de la presente invención es proporcionar un acumulador de sales fundidas que puede disminuir la temperatura de operación sin deterioro de un electrodo positivo mediante la utilización, como electrolito, de una sal fundida que contiene cationes que no provoca efectos adversos sobre el material activo del electrodo positivo.

60 Medios para resolver los problemas

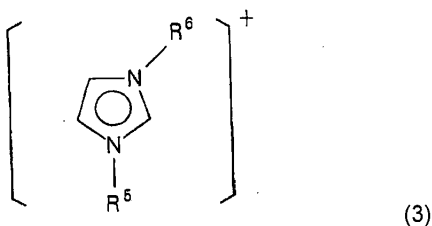
Con objeto de resolver los problemas, según el primer aspecto de la presente invención, se proporciona el acumulador de sales fundidas que emplea la sal fundida que comprende el ion sodio como catión para el electrolito. La sal fundida comprende, como anión, un ion, cuya fórmula química estructural general está representada por la siguiente fórmula (1)



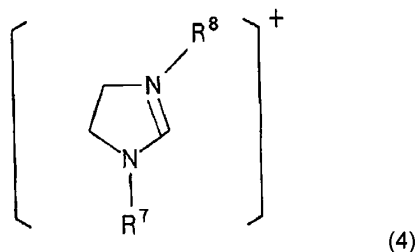
5 (donde X^1 y X^2 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo fluoro o un grupo fluoroalquilo), y comprende, como catión, el ion sodio, así como al menos un catión orgánico incluido en el grupo de cationes orgánicos consistente en: un ion amonio cuaternario, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (2)



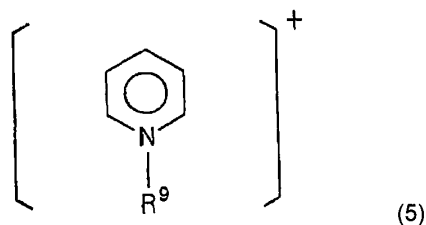
10 (donde R^1 , R^2 , R^3 y R^4 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono o un grupo alquiloalquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion imidazolio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (3)



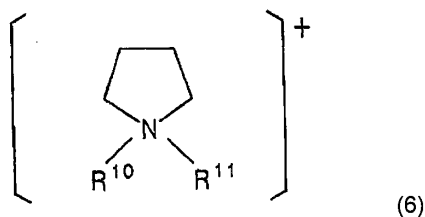
15 (donde R^5 y R^6 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion imidazolinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (4)



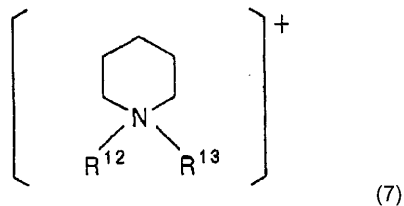
20 (donde R^7 y R^8 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion piridinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (5)



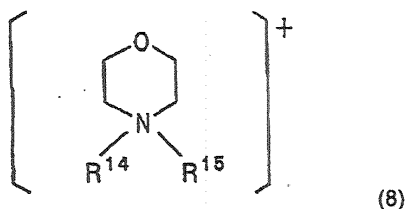
25 (donde R^9 es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion pirrolidinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (6)



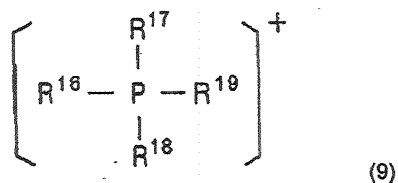
(donde R^{10} y R^{11} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion piperidinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (7)



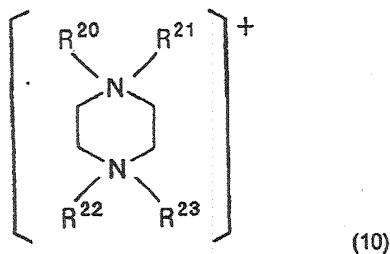
(donde R^{12} y R^{13} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion morfolinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (8)



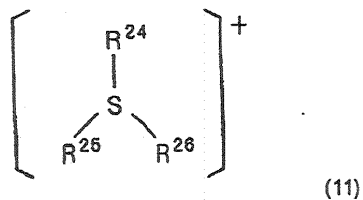
(donde R^{14} y R^{15} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); un ion fosfonio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (9)



(donde R^{16} , R^{17} , R^{18} y R^{19} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono, un grupo alquiloalquilo de 1-8 átomos de carbono o un grupo fenilo); un ion piperazinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula



(donde R^{20} , R^{21} , R^{22} y R^{23} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono); y un ion sulfonio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula



(donde R^{24} , R^{25} y R^{26} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono),
caracterizada por que la sal fundida no contiene ni ion potasio ni ion cesio.

Según la construcción anterior, la sal fundida para uso como electrolito en el acumulador de sales fundidas comprende, como catión, el ion sodio, así como al menos uno entre el ion de amonio cuaternario, el ion imidazolio, el ion imidazolinio, el ion piridinio, el ion pirrolidinio, el ion piperidinio, el ion morfolinio, el ion fosfonio, el ion piperazinio y el ion sulfonio. Así, el punto de fusión de la sal fundida es considerablemente inferior a 280-360°C cuando opera el acumulador de sodio-azufre.

En el acumulador de sales fundidas, la sal fundida preferiblemente comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion de amonio cuaternario en donde R^1 , R^2 , R^3 y R^4 de la fórmula (2) son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.

En el acumulador de sales fundidas, la sal fundida preferiblemente comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion imidazolio en donde uno de R^5 y R^6 de la fórmula (3) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.

En el acumulador de sales fundidas, la sal fundida preferiblemente comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion pirrolidinio en donde uno de R^{10} y R^{11} de la fórmula (6) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.

En el acumulador de sales fundidas, la sal fundida preferiblemente comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion piperidinio en donde uno de R^{12} y R^{13} de la fórmula (7) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.

Según la construcción anterior, la sal fundida para uso como electrolito en el acumulador de sales fundidas no contiene ni ion potasio ni ion cesio. De este modo, el electrodo positivo del acumulador de sales fundidas no resulta deteriorado por dichos iones.

El acumulador de sales fundidas preferiblemente comprende un electrodo positivo que contiene NaCrO_2 como material activo de electrodo positivo y un electrodo negativo que contiene estaño, sodio o un material de carbono como material activo de electrodo negativo.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en corte transversal del acumulador de sales fundidas según la presente invención.

La Fig. 2 es una tabla que representa las razones molares en sales mixtas de TMHA-FSA y NaFSA y los estados de cada sal mixta en cada razón molar a temperatura ambiente.

La Fig. 3 es una tabla que representa las razones molares en una sal mixta de EMI-FSA y NaFSA y los estados de cada sal mixta en cada razón molar a temperatura ambiente.

La Fig. 4 es una tabla que representa las razones molares en una sal mixta de P13-FSA y NaFSA y los estados de cada sal mixta en cada razón molar a temperatura ambiente.

La Fig. 5 es un gráfico que representa las propiedades de carga/descarga del acumulador de sales fundidas que usa la sal mixta de P13-FSA y NaFSA como electrolito.

La Fig. 6 es un gráfico característico que representa los resultados de una prueba de carga del acumulador de sales fundidas que usa $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ para el material activo de electrodo positivo.

La Fig. 7 es un gráfico característico que representa los resultados de una prueba de descarga del acumulador de sales fundidas que usa $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ para el material activo de electrodo positivo.

Modos de realización de la invención

Se describirá específicamente a continuación un acumulador de sales fundidas según una realización de la presente invención haciendo referencia a las Figs. 1 a 7.

Tal como se muestra en la Fig. 1, el acumulador de sales fundidas comprende un recipiente de acumulador de tipo caja en forma de paralelepípedo rectangular 51. Existe una abertura en la parte superior del recipiente de acumulador 51. En el recipiente de acumulador 51, están dispuestos un electrodo positivo 1, un separador 3 y un electrodo negativo 2. Una tapa 52 se une al recipiente de acumulador 51 para cerrar la abertura. El electrodo positivo 1 y el electrodo negativo 2 tienen forma de tipo placa rectangular. El separador 3 tiene forma de tipo laminar. El separador 3 está insertado entre el electrodo positivo 1 y el electrodo negativo 2. El electrodo positivo 1, el separador 3 y el electrodo negativo 2 están laminados. Además, el electrodo positivo 1, el separador 3 y el electrodo negativo 2 están dispuestos en dirección perpendicular al fondo del recipiente de acumulador 51.

Un muelle 41 y una placa prensadora 42 están dispuestos entre el electrodo negativo 2 y la pared interna del recipiente de acumulador 51. El muelle 41 está hecho de una aleación de aluminio y tiene una forma de tipo lámina

corrugada. La placa prensadora 42 es inflexible y tiene una forma de tipo placa. El muelle 41 obliga a la placa prensadora 42 a presionar el electrodo negativo 2 hacia el separador 3 y el electrodo positivo 1. El electrodo positivo 1 está contrarrestado por el muelle 41. Es decir, el electrodo positivo 1 es presionado desde la pared interna del recipiente de acumulador 51 sobre el lado opuesto del muelle 41 hacia el separador 3 y el electrodo negativo 2. El muelle 41 no se limita a muelles metálicos o similares, y por ejemplo puede ser un cuerpo elástico, tal como una goma. Cuando el electrodo positivo 1 o el electrodo negativo 2 se hincha o se contrae por carga/descarga, el cambio de volumen del electrodo positivo 1 o del electrodo negativo 2 es absorbido por expansión y contracción del muelle 41.

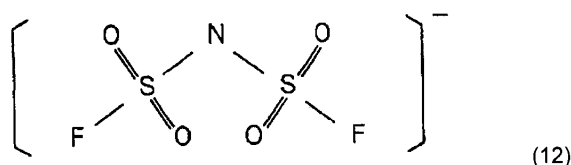
Se forma el electrodo positivo 1 aplicando un material de electrodo positivo 12 sobre un colector de corriente de electrodo positivo 11. El colector de corriente de electrodo positivo 11 está hecho de aluminio y tiene una forma de tipo placa rectangular. El material de electrodo positivo 12 comprende un material activo de electrodo positivo, como NaCrO_2 , y un ligante. Hay que indicar que el material activo de electrodo positivo no se limita a NaCrO_2 . Se forma el electrodo negativo 2 depositando un material de electrodo negativo 22 sobre un colector de corriente de electrodo negativo 21. El colector de corriente de electrodo negativo 21 está hecho de aluminio y tiene una forma de tipo placa rectangular. Un material de electrodo negativo 22 comprende un material activo de electrodo negativo, como el estaño. Cuando se deposita el material de electrodo negativo 22 sobre el colector de corriente de electrodo negativo 21, se realiza un tratamiento con zincato. Para explicarlo con detalle, se reviste de zinc, seguido de estaño como base. El material activo de electrodo negativo no se limita al estaño, y por ejemplo puede ser sodio metálico, un material de carbono, silicio o indio. Se forma el material de electrodo negativo 22 aplicando, por ejemplo, un polvo de material activo de electrodo negativo que contiene el ligante sobre el colector de corriente de electrodo negativo 21. Preferiblemente, el material activo de electrodo positivo es NaCrO_2 y el material activo de electrodo negativo es estaño, sodio metálico o un material de carbono. El material de carbono está principalmente compuesto por carbono, preferiblemente un carbono duro. El colector de corriente de electrodo positivo 11 y el colector de corriente de electrodo negativo 21 no se limitan al aluminio, y por ejemplo pueden ser de acero inoxidable o níquel. El separador 3 está compuesto por un material aislante, tal como un vidrio de sílice o una resina. El separador 3 comprende el electrolito en el interior y tiene una forma a través de la cual puede pasar el ion sodio. El separador 3 está hecho de, por ejemplo, un tejido de vidrio o una resina porosa.

En el recipiente de acumulador 51, el material de electrodo positivo 12 del electrodo positivo 1 y el material de electrodo negativo 22 del electrodo negativo 2 están enfrentados. El separador 3 está insertado entre el electrodo positivo 1 y el electrodo negativo 2. El separador 3 está impregnado con la sal fundida como electrolito. La sal fundida en el separador 3 está en contacto tanto con el material de electrodo positivo 12 del electrodo positivo 1 como con el material de electrodo negativo 22 del electrodo negativo 2. La cara interna del recipiente de acumulador 51 está revestida con una resina aislante para prevenir cortocircuitos entre el electrodo positivo 1 y el electrodo negativo 2. En el lado externo de la tapa 52, están instalados un terminal positivo 53 y un terminal negativo 54, que se conectan a un terminal externo. El terminal positivo 53 y el terminal negativo 54 están aislados uno de otro. Además, el lado interno de la tapa 52 está aislado mediante una capa aislante o similar. La porción terminal superior del colector de corriente de electrodo positivo 11 se conecta al terminal positivo 53 a través del cable guía. La porción terminal superior del colector de corriente de electrodo negativo 21 se conecta al terminal negativo 54 a través del cable guía. El cable guía está aislado de la tapa 52. La tapa 52 se une al recipiente de acumulador 51.

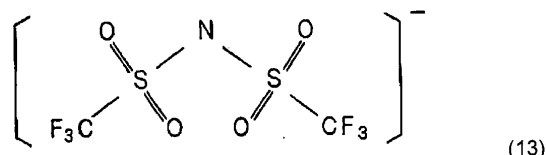
La sal fundida que se infiltra en el separador 3 es una sal iónica compuesta por cationes y aniones que contienen iones sodio. La composición de la sal fundida será descrita más adelante. La sal fundida se funde a una temperatura correspondiente a su punto de fusión o superior y se convierte en un líquido conductor que contiene el ion sodio. El acumulador de sales fundidas puede operar como un acumulador secundario dentro de un rango de temperatura en el que la sal fundida está fundida. En este momento, para el acumulador de sales fundidas, se usa una sal fundida que contiene el ion sodio como solución electrolítica. Durante la descarga, el ion sodio se transfiere del electrodo negativo 2 al electrodo positivo 1 en la solución electrolítica y se absorbe en el material activo de electrodo positivo.

A continuación, se describirá la composición de la sal fundida.

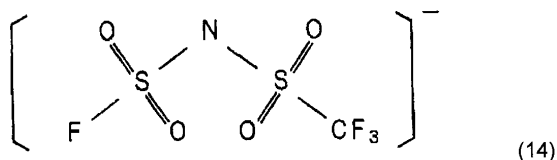
La fórmula química estructural general del anión en la sal fundida está representada por la fórmula (1) mencionada anteriormente. En la fórmula (1), cada uno de X^1 y X^2 es el grupo fluoro o el grupo fluoroalquilo. X^1 y X^2 pueden ser iguales o diferentes entre sí. En el anión representado por la fórmula (1), cada uno de X^1 y X^2 es preferiblemente un grupo fluoro o un grupo fluoroalquilo de 1-8 átomos de carbono. Más preferiblemente, el anión es un anión en el que tanto X^1 como X^2 son un grupo fluoro, un anión en el que tanto X^1 como X^2 son un grupo fluorometilo o un anión en el que uno de X^1 y X^2 es un grupo fluoro y el otro es un grupo fluorometilo. Cuando tanto X^1 como X^2 son un grupo fluoro, el anión es un ion FSA (bisfluorosulfonilamida). La fórmula química estructural del ion FSA está representada por la siguiente fórmula (12). El ion FSA tiene dos grupos fluoro.



En la fórmula (1), cuanto tanto X^1 como X^2 son grupos trifluorometilo, el anión es un ion TFSA (bistrifluorometilsulfonilamida). La fórmula química estructural del ion TFSA está representada por la siguiente fórmula (13). El ion TFSA tiene dos grupos trifluorometilo.



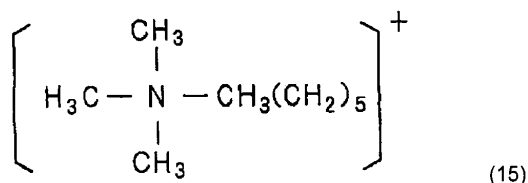
En la fórmula (1) mencionada anteriormente, cuando uno de X^1 y X^2 es un grupo fluoro y el otro es un grupo trifluorometilo, el anión es un ion FTA (fluorotrifluorometilsulfonilamida). La fórmula química estructural del ion FTA está representada por la siguiente fórmula (14). El ion FTA tiene un grupo fluoro y un grupo trifluorometilo.



La sal fundida comprende, por ejemplo, el ion FSA, el ion TFSA o el ion FTA como anión. Además, el anión puede ser un anión que tenga un grupo fluoroalquilo distinto del grupo trifluorometilo.

Además, la sal fundida contiene el ion sodio como catión y también al menos un catión orgánico incluido dentro de un grupo de cationes orgánicos consistente en el ion amonio cuaternario, el ion imidazolio, el ion imidazolinio, el ion piridinio, el ion pirrolidinio, el ion piperidinio, el ion morfolinio, el ion fosfonio, el ion piperazinio y el ion sulfonio.

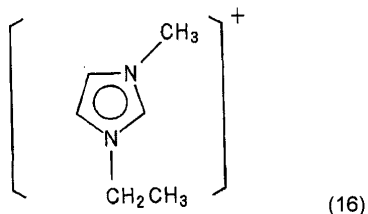
La fórmula química estructural general del ion amonio cuaternario está representada por la fórmula (2) antes descrita. En la fórmula (2), R^1 , R^2 , R^3 y R^4 son cada uno un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono o un grupo alquiloalquilo de 1-8 átomos de carbono. R^1 , R^2 , R^3 y R^4 pueden ser iguales o diferentes entre sí. En el ion amonio cuaternario, cada uno de R^1 , R^2 , R^3 y R^4 es preferiblemente un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono. Dado que la sal fundida que contiene un ion amonio cuaternario en el que cada uno de R^1 , R^2 , R^3 y R^4 es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono es excelente en cuanto a resistencia a la reducción, ésta puede coexistir de manera estable con metales de sodio. Esta sal fundida expresa una excelente durabilidad cuando se usa como electrolito para el acumulador de sales fundidas. Como ejemplos preferibles específicos, se incluyen un ion trimetil-n-hexilamonio, un ion trimetil-n-octilamonio, un ion etildimetilpropilamonio y un ion metil(2-metoxietil)dimetilamonio. Por ejemplo, la fórmula química estructural del ion TMHA (trimetil-n-hexilamonio) está representada por la siguiente fórmula (15). El ion TMHA tiene tres grupos metilo y un grupo hexilo.



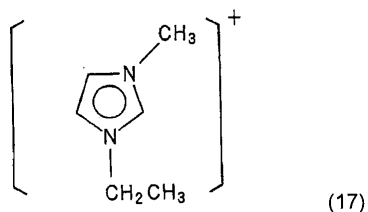
La sal fundida que utiliza el ion TMHA es una sal mixta de una sal que contiene el ion TMHA como catión y una sal que contiene el ion sodio como catión. Por ejemplo, la sal fundida es una sal mixta de una sal de TMHA-FSA, que contiene el ion TMHA como catión y el FSA como anión, y de una sal de NaFSA, que contiene el ion sodio como catión y el FSA como anión. Además, el ion amonio cuaternario para uso en la presente invención puede tener otros grupos alquilo.

La fórmula química estructural general del ion imidazolio está representada por la fórmula (3) descrita anteriormente. En la fórmula (3), cada uno de R^5 y R^6 es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^5 y R^6 pueden ser iguales o diferentes entre sí. En el ion imidazolio representado por la fórmula (3), es preferible un ion imidazolio en el que uno de los R^5 y R^6 en la fórmula (3) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono. Dado que dicha sal fundida que contiene iones imidazolio es excelente en cuanto a resistencia a la reducción, ésta puede

coexistir de manera estable con metales de sodio y expresar una excelente durabilidad cuando se usa como electrolito para el acumulador de sales fundidas. Además, como la sal fundida tiende a mostrar un punto de fusión particularmente bajo, el acumulador de sales fundidas puede ser operado a partir de una baja temperatura. Como ejemplos preferibles específicos, se incluyen un ion 1-etil-3-metilimidazolio, un ion 1-propil-3-metilimidazolio, un ion 1-butil-3-metilimidazolio, un ion 1-hexil-3-metilimidazolio y un ion 1,3-dimetilimidazolio. La fórmula química estructural del ion EMI (1-etil-3-metilimidazolio) está representada por la siguiente fórmula (16). En el ion EMI representado por la fórmula (3) descrita anteriormente, R^5 es un grupo etilo y R^6 es un grupo metilo.



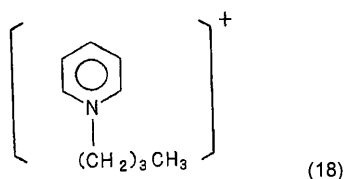
Además, la fórmula química estructural del ion BMI (1-butil-3-metilimidazolio) está representada por la siguiente fórmula (17). En el ion BMI representado por la fórmula (3) descrita anteriormente, R^5 es un grupo butilo y R^6 es un grupo metilo.



La sal fundida que utiliza el ion imidazolio es una sal mixta de una sal que contiene el ion imidazolio como catión y una sal que contiene el ion sodio como catión. Por ejemplo, la sal fundida es una sal mixta de una sal de EMI-FSA que contiene el ion EMI como catión y el FSA como anión y de NaFSA. Además, el ion imidazolio puede tener otros grupos alquilo.

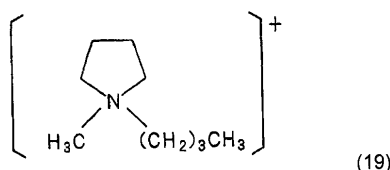
La fórmula química estructural general del ion imidazolinio está representada por la fórmula (4) descrita anteriormente. En la fórmula (4), cada uno de R^7 y R^8 es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^7 y R^8 pueden ser iguales o diferentes entre sí.

La fórmula química estructural general del ion piridinio está representada por la fórmula (5) descrita anteriormente. En la fórmula (5), R^9 es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. Como ejemplos preferibles del ion piridinio, se incluyen un ion 1-metilpiridinio, un ion 1-etilpiridinio, un ion 1-propilpiridinio y un ion 1-butilpiridinio. La fórmula química estructural del ion BPy (1-butilpiridinio) está representada por la siguiente fórmula (18).



En el ion BPy representado por la fórmula (5) descrita anteriormente, R^9 es un grupo butilo. Además, el ion piridinio representado por la fórmula (5) puede tener otros grupos alquilo.

La fórmula química estructural general del ion pirrolidinio está representada por la fórmula (6) descrita anteriormente. En la fórmula (6), cada uno de R^{10} y R^{11} es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^{10} y R^{11} pueden ser iguales o diferentes entre sí. En el ion pirrolidinio, preferiblemente, uno de R^{10} y R^{11} es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono. Como la sal fundida que contiene el ion pirrolidinio en el que uno de R^{10} y R^{11} es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono es excelente en cuanto a resistencia a la reducción, ésta puede coexistir de manera estable con metales de sodio. Esta sal fundida expresa una excelente durabilidad cuando se usa como electrolito para el acumulador de sales fundidas. Además, como la sal fundida tiende a mostrar un punto de fusión particularmente bajo, el acumulador de sales fundidas puede ser operado desde una baja temperatura. Como ejemplos preferibles específicos, se incluyen un ion 1-metil-1-etilpirrolidinio, un ion 1-metil-1-propilpirrolidinio y un ion 1-metil-1-butilpirrolidinio. La fórmula química estructural del ion 1-metil-1-butilpirrolidinio está representada por la siguiente fórmula (19).



En el ion 1-metil-1-butilpirrolidinio representado por la fórmula (6) descrita anteriormente, R^{10} es un grupo metilo y R^{11} es un grupo butilo. Adicionalmente, en el ion P13 (1-metil-1-propilpirrolidinio) representado por la fórmula (6) descrita anteriormente, R^{10} es un grupo metilo y R^{11} es un grupo propilo. La sal fundida que utiliza el ion pirrolidinio es una sal mixta de una sal que contiene el ion pirrolidinio como catión y de una sal que contiene el ion sodio como catión. Por ejemplo, la sal fundida es una sal mixta de una sal de P13-FSA que contiene el ion P13 como catión y el FSA como anión y de NaFSA. Además, el ion pirrolidinio puede tener otros grupos alquilo.

La fórmula química estructural general del ion piperidinio está representada por la fórmula (7) descrita anteriormente. En la fórmula (7), cada uno de R^{12} y R^{13} es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^{12} y R^{13} pueden ser iguales o diferentes entre sí. En el ion piperidinio, preferiblemente, uno de R^{12} y R^{13} es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono. Como la sal fundida que contiene el ion piperidinio en el que uno de R^{12} y R^{13} es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono es excelente en cuanto a resistencia a la reducción, ésta puede coexistir de manera estable con metales de sodio. Esta sal fundida expresa una excelente durabilidad cuando se usa como electrolito para el acumulador de sales fundidas. Además, como la sal fundida tiende a mostrar un punto de fusión particularmente bajo, el acumulador de sales fundidas puede ser operado desde una baja temperatura. Como ejemplos preferibles específicos, se incluyen un ion 1,1-dimetilpiperidinio, un ion 1-metil-1-etilpiperidinio y un ion 1-metil-1-propilpiperidinio.

La fórmula química estructural general del ion morfolinio está representada por la fórmula (8) descrita anteriormente. En la fórmula (8), cada uno de R^{14} y R^{15} es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^{14} y R^{15} pueden ser iguales o diferentes entre sí. Como ejemplos preferibles del ion morfolinio, se incluyen un ion 1,1-dimetilmorfolinio, un ion 1-metil-1-etilmorfolinio, un ion 1-metil-1-propilmorfolinio y un ion 1-metil-1-butilmorfolinio.

La fórmula química estructural general del ion fosfonio está representada por la fórmula (9) descrita anteriormente. En la fórmula (9), cada uno de R^{16} , R^{17} , R^{18} y R^{19} es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono, un grupo alquiloalquilo de 1-8 átomos de carbono o un grupo fenilo. R^{16} , R^{17} , R^{18} y R^{19} pueden ser iguales o diferentes entre sí. Como ejemplos preferibles del ion fosfonio, se incluyen un ion trietil(metoxietil)fosfonio y un ion metiltrifenilfosfonio.

La fórmula química estructural general del ion piperazinio está representada por la fórmula (10) descrita anteriormente. En la fórmula (10), cada uno de R^{20} , R^{21} , R^{22} y R^{23} es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^{20} , R^{21} , R^{22} y R^{23} pueden ser iguales o diferentes entre sí. Como ejemplos preferibles del ion piperazinio, se incluyen un ion 1,1,4,4-tetrametilpiperazinio y un ion 1,1-dimetil-4,4-dietilpiperazinio.

La fórmula química estructural general del ion sulfonio está representada por la fórmula (11) descrita anteriormente. En la fórmula (11), cada uno de R^{24} , R^{25} y R^{26} es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono. R^{24} , R^{25} y R^{26} pueden ser iguales o diferentes entre sí. Como ejemplos preferibles del ion sulfonio, se incluyen un ion trimetilsulfonio y un ion trietilsulfonio, un ion metildietilsulfonio y un ion metildipropilsulfonio.

Como se ha indicado anteriormente, la sal fundida usada para el acumulador de sales fundidas de la presente invención comprende, como catión, el ion sodio, así como al menos un catión orgánico incluido dentro de un grupo de cationes orgánicos consistente en el ion amonio cuaternario, el ion imidazolio, el ion imidazolinio, el ion piridinio, el ion pirrolidinio, el ion piperidinio, el ion morfolinio, el ion fosfonio, el ion piperazinio y el ion sulfonio. Es decir, la sal fundida es una mezcla de una sal que contiene el ion sodio como catión y de una o más sales que contienen el ion amonio cuaternario, el ion imidazolio, el ion imidazolinio, el ion piridinio, el ion pirrolidinio, el ion piperidinio, el ion morfolinio, el ion fosfonio, el ion piperazinio o el ion sulfonio como catión. Estudios previos han demostrado que el punto de fusión de la sal fundida que comprende el anión que tiene la fórmula química estructural mostrada en la fórmula (1) y el catión, que es el ion amonio cuaternario, el ion imidazolio, el ion imidazolinio, el ion piridinio, el ion pirrolidinio, el ion piperidinio, el ion morfolinio, el ion fosfonio, el ion piperazinio o el ion sulfonio, es considerablemente inferior a 280-360°C cuando opera el acumulador de sodio-azufre. Además, la sal fundida para uso para el acumulador de sales fundidas de la presente invención es una mezcla de varias sales. Así, el punto de fusión de la sal fundida es menor en comparación con una sal fundida consistente en un tipo de sal. Por consiguiente, el punto de fusión de la sal fundida para uso para el acumulador de sales fundidas de la presente invención es considerablemente inferior a 280-360°C cuando opera el acumulador de sodio-azufre. Por estas razones, la temperatura operativa del acumulador de sales fundidas de la presente invención puede reducirse considerablemente con respecto a la del acumulador de sodio-azufre.

Adicionalmente, la sal fundida para uso para el acumulador de sales fundidas de la presente invención no contiene ion potasio. El ion potasio entra en el material activo de electrodo positivo en el material de electrodo positivo 12.

Además, el ion potasio cambia la estructura de cristal del material activo de electrodo positivo y causa deterioro del electrodo positivo 1. La sal fundida para uso para el acumulador de sales fundidas de la presente invención tampoco contiene el ion cesio. Al igual que el ion potasio, el ion cesio también causa deterioro del electrodo positivo 1. Por lo tanto, como la sal fundida de la presente invención no contiene ni ion potasio ni ion cesio, el electrodo positivo 1 del acumulador de sales fundidas no resulta deteriorado ni por el ion potasio ni por el ion cesio. Además, como el ion amonio cuaternario, el ion imidazolio, el ion imidazolinio, el ion piridinio, el ion pirrolidinio, el ion piperidinio, el ion morfolinio, el ion fosfonio, el ion piperazinio o el ion sulfonio no entran en el material activo de electrodo positivo en el material de electrodo positivo 12, el electrodo positivo 1 no se deteriora. Por lo tanto, la sal fundida de la presente invención no contiene ningún componente que deteriore el electrodo positivo 1. De este modo, la temperatura operativa del acumulador de sales fundidas puede ser considerablemente inferior a la del acumulador de sodio-azufre, al mismo tiempo que se evita una disminución del volumen del acumulador de sales fundidas. Además, la sal fundida no contiene iones cesio caros. De este modo, se puede evitar también un aumento en el coste del acumulador de sales fundidas.

Realizaciones

A continuación, se explicarán más específicamente las realizaciones haciendo referencia a las siguientes primera a quinta realizaciones.

(Primera realización)

Como sal fundida, se preparó una sal mixta de TMHA-FSA y NaFSA. Se investigaron entonces los estados de la sal mixta a temperatura ambiente en relación a las razones molares de TMHA-FSA y NaFSA en la sal mixta. En primer lugar, se mezclaron un TMHA-Br producido por Wako Pure Chemical Industries, Ltd. y un KFSA producido por Mitsubishi Materials Electronic Chemicals Co., Ltd. en una razón equimolar en agua para preparar un TMHA-FSA. Se filtró luego el precipitado resultante y se lavó con agua repetidamente varias veces. A continuación, se preparó el TMHA-FSA por desecación a vacío a 80°C. Hay que indicar que Br es bromo y K es potasio. Se mezclaron el TMHA-FSA preparado y un NaFSA producido por Mitsubishi Materials Electronic Chemicals Co., Ltd. en diversas razones molares en una caja de guantes bajo una atmósfera de argón para investigar su comportamiento de fusión a temperatura ambiente.

La Fig. 2 es una tabla que representa las razones molares en las sales mixtas de TMHA-FSA y NaFSA y los estados de las sales mixtas a cada razón molar a temperatura ambiente. Tal como se muestra en la Fig. 2, se prepararon siete sales mixtas cuyas razones molares del TMHA-FSA y del NaFSA (TMHA-FSA:NaFSA) eran respectivamente de 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7 y 2:8. Cualesquiera sales mixtas eran líquidas a temperatura ambiente. Estos resultados demuestran que los puntos de fusión de las sales mixtas respectivas son inferiores a 280-360°C cuando opera el acumulador de sodio-azufre.

(Segunda realización)

Como sal fundida, se preparó una sal mixta de EMI-FSA y NaFSA. Se investigaron entonces los estados de la sal mixta a temperatura ambiente en relación a las razones molares de EMI-FSA y de NaFSA en la sal mixta. Se obtuvo el EMI-FSA de Tokyo Chemical Industry Co., Ltd. Se mezclaron el EMI-FSA y un NaFSA producido por Mitsubishi Materials Electronic Chemicals Co., Ltd. en diversas razones molares en una caja de guantes bajo una atmósfera de argón para investigar su comportamiento de fusión a temperatura ambiente.

La Fig. 3 es una tabla que representa las razones molares en las sales mixtas de EMI-FSA y NaFSA y los estados de las sales mixtas a cada razón molar a temperatura ambiente. Tal como se muestra en la Fig. 3, se prepararon siete sales mixtas cuyas razones molares del EMI-FSA y del NaFSA (EMI-FSA:NaFSA) eran respectivamente de 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7 y 2:8. Las sales mixtas cuyas razones molares eran respectivamente de 8:2 y 7:3 eran líquidas a temperatura ambiente. Además, las sales mixtas de otras razones molares estaban en un estado en el que líquido y sólido estaban mezclados a temperatura ambiente. Estos resultados demuestran que cualesquiera puntos de fusión de las sales mixtas son inferiores a 280-360°C cuando opera el acumulador de sodio-azufre.

(Tercera realización)

Como sal fundida, se preparó una sal mixta de P13-FSA y NaFSA. Se investigaron entonces los estados de la sal mixta a temperatura ambiente en relación a las razones molares de P13-FSA y de NaFSA en la sal mixta. Se obtuvo el P13-FSA de Tokyo Chemical Industry Co., Ltd. Se mezclaron el P13-FSA y el NaFSA producido por Mitsubishi Materials Electronic Chemicals Co., Ltd. en diversas razones molares en una caja de guantes bajo una atmósfera de argón para investigar su comportamiento de fusión a temperatura ambiente.

La Fig. 4 es una tabla que representa las razones molares en las sales mixtas de P13-FSA y NaFSA y los estados de la sal mixta a cada razón molar a temperatura ambiente. Tal como se muestra en la Fig. 4, se prepararon siete sales mixtas cuyas razones molares del P13-FSA y del NaFSA (P13-FSA:NaFSA) eran respectivamente de 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7 y 2:8. Cada sal mixta cuya razón molar era respectivamente de 8:2, 7:3, 6:4, 5:5 y 4:6 era líquida a

temperatura ambiente. Además, las sales fundidas de otras razones molares estaban en un estado en el que líquido y sólido estaban mezclados a temperatura ambiente. Estos resultados demuestran que cualesquiera puntos de fusión de las sales mixtas son inferiores a 280-360°C cuando opera el acumulador de sodio-azufre.

5 (Cuarta realización)

Se investigaron las propiedades de carga/descarga del acumulador de sales fundidas que utiliza la sal mixta de P13-FSA y NaFSA como electrolito. En primer lugar, se mezclaron NaCO_3 producido por Wako Pure Chemical Industries, Ltd. y un CrO_2 producido por Wako Pure Chemical Industries, Ltd. en una razón molar de 1:1 para preparar NaCrO_2 .
 10 A continuación, se peletizó la mezcla de NaCO_3 y CrO_2 y se quemó el producto resultante bajo una corriente de argón a 1223K durante 5 horas, para obtener NaCrO_2 . Se amasaron luego NaCrO_2 , negro de acetileno y PTFE (politetrafluoroetileno) en una razón de volumen de 80:15:5 para producir el material de electrodo positivo 12. A continuación, se preparó una malla de aluminio como colector de corriente de electrodo positivo 11, sobre la que se unió el material de electrodo positivo 12 por presión para producir el electrodo positivo 1. Además, se mezclaron el
 15 P13-FSA y el NaFSA en una razón molar de 1:1 en una caja de guantes bajo una atmósfera de argón para preparar una sal mixta como electrolito. Se sumergió luego una malla de vidrio en la sal mixta preparada para producir el separador 3. Además, se preparó el colector de corriente de electrodo negativo 21 hecho de aluminio, sobre el cual se depositó estaño como material activo de electrodo negativo para producir el electrodo negativo 2. Se preparó después una placa inferior hecha de acero inoxidable, sobre la que se dispuso el electrodo positivo 1 con el material
 20 de electrodo positivo 12 arriba. Se dispuso luego el separador 3 sobre el electrodo positivo 1, y se dispuso el electrodo negativo 2 sobre el separador 3. Además, se dispuso una cubierta superior hecha de acero inoxidable sobre el electrodo negativo 2. Eventualmente, se fijó la cubierta superior a la placa inferior mediante un tornillo y una tuerca para producir un acumulador para uso en la cuarta realización.

25 La Fig. 5 es un gráfico que representa las propiedades de carga/descarga del acumulador de sales fundidas que emplea la sal mixta de P13-FSA y NaFSA como electrolito. En esta realización, se realizó una prueba de carga/descarga de cuatro ciclos para el acumulador producido. En esta prueba, se fijó la temperatura operativa a la temperatura ambiente, se estableció el voltaje al iniciar la carga en 2,5 V y se estableció el voltaje al iniciar la
 30 descarga en 3 V. Adicionalmente, se fijó la velocidad de carga/descarga en 0,1 C. En la Fig. 5, el eje horizontal representa la capacidad y el eje vertical representa el voltaje del acumulador de sales fundidas. Las curvas de pendiente ascendente mostradas en la Fig. 5 representan las propiedades de carga y las curvas de pendiente descendente representan las propiedades de descarga. En la Fig. 5, se representaron las propiedades de la segunda carga/descarga mediante líneas continuas, se representaron las propiedades de la tercera carga/descarga
 35 mediante líneas discontinuas de puntos y se representaron las propiedades de la cuarta carga/descarga mediante líneas discontinuas. Tal como se muestra en la Fig. 5, incluso cuando la temperatura operativa era la temperatura ambiente, el acumulador de sales fundidas podía cargar y descargar, y se podía repetir la carga y descarga con aproximadamente las mismas propiedades. Gracias a estos resultados, pudo confirmarse que el acumulador de sales fundidas de la presente invención podía operar a una temperatura inferior a 280-360°C, a la que opera el
 40 acumulador de sodio-azufre.

40 (Quinta realización)

Se explicará una realización que utiliza un material distinto de NaCrO_2 como material activo de electrodo positivo. Se usó una sal mixta de 1-metil-1-propilpirrolidinio-FSA y NaFSA como electrolito. Se usó $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ para el
 45 material activo de electrodo positivo. Se usó el acumulador de sales fundidas que tenía el electrodo positivo 1 así obtenido para investigar las propiedades de carga/descarga. Se ajustó la sal fundida usada para el electrodo mezclando el 1-metil-1-propilpirrolidinio-FSA y el NaFSA en una razón molar de 1:1. El acumulador usado para el experimento era media celda que tenía un electrodo de referencia que usaba sodio metálico y un electrodo positivo 1
 50 que usaba $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ como material activo de electrodo positivo. Se formó el electrodo positivo 1 aplicando el material de electrodo positivo 12 sobre el colector de corriente de electrodo positivo 11 de tipo placa rectangular hecho de aluminio. El material de electrodo positivo 12 comprende el $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ y el ligante. En esta
 55 realización, se aplicó una corriente constante mientras se fijaba la temperatura del acumulador a 353K (80°C) para la carga y descarga del acumulador. En este caso, se fijó el valor de la corriente por unidad de masa del material activo de electrodo positivo en el electrodo positivo 1 en 5 mA/g.

La Fig. 6 representa los resultados de la prueba de carga del acumulador de sales fundidas que utiliza el $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ para el material activo de electrodo positivo. El eje horizontal en la Fig. 6 representa la capacidad
 60 del acumulador durante la carga. El eje vertical en la Fig. 6 representa el voltaje generado entre el electrodo positivo 1 y el electrodo de referencia durante la carga. La capacidad está representada como el valor por unidad de masa del material activo de electrodo positivo en el electrodo positivo 1. La Fig. 6 representa una curva de carga obtenida mediante el experimento. Tal como se muestra en la Fig. 6, el experimento dio como resultado 103 mAh/g de capacidad de carga.

La Fig. 7 representa los resultados de la prueba de descarga del acumulador de sales fundidas que utiliza el $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ para el material activo de electrodo positivo. El eje horizontal en la Fig. 7 representa la capacidad
 65 del acumulador durante la descarga. El eje vertical en la Fig. 7 representa el voltaje generado entre el electrodo

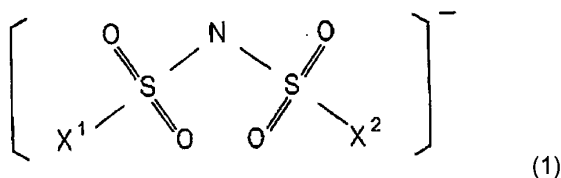
positivo 1 y el electrodo de referencia durante la descarga. La Fig. 7 representa la curva de descarga obtenida mediante el experimento. Tal como se muestra en la Fig. 7, el experimento dio como resultado 98,7 mAh/g de capacidad de descarga. Por consiguiente, la eficacia culómbica del acumulador usado para el experimento era del 96%. Como es evidente por la Fig. 6 y la Fig. 7, el ion sodio se transfirió, lo cual permitió la carga y descarga, incluso en el caso del acumulador de sales fundidas en el que se usó la sal mixta de 1-metil-1-propilpirrolidinio-FSA y NaFSA como electrolito y se usó el $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ para el material activo de electrodo positivo.

Como se ha indicado anteriormente, el acumulador de sales fundidas de la presente invención puede operar a una temperatura considerablemente inferior a la del acumulador de sodio-azufre sin disminución en la capacidad. Como el acumulador de sales fundidas opera a una baja temperatura, se reduce la energía suministrada para operar el acumulador de sales fundidas y mejora la eficacia energética del acumulador de sales fundidas. Además, mejora la seguridad del acumulador de sales fundidas debido a la menor temperatura de operación. Adicionalmente, se puede ahorrar en tiempo y problemas para calentar el acumulador de sales fundidas hasta la temperatura de operación. Por ello, mejora la conveniencia del acumulador de sales fundidas. Por consiguiente, la utilización del acumulador de sales fundidas de la presente invención puede dar lugar a un dispositivo de almacenamiento eléctrico con una gran densidad de energía, una gran eficacia y una excelente seguridad y conveniencia. Además, la sal fundida para uso para el acumulador de sales fundidas de la presente invención no es volátil y no es combustible. Por lo tanto, se puede disponer de un dispositivo de almacenamiento eléctrico con una excelente seguridad. Además, la sal fundida para uso para el acumulador de sales fundidas de la presente invención tiene una gran concentración de ion sodio. Por lo tanto, apenas se pierde el ion sodio adyacente al material activo durante la carga y descarga, lo que permite que la carga y descarga sean rápidas.

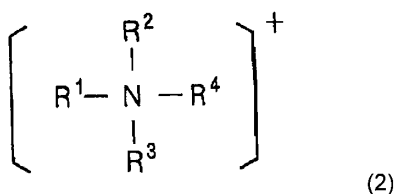
Además, el acumulador de sales fundidas de la presente invención puede tener cualquier forma diferente de una forma de paralelepípedo rectangular. Por ejemplo, se puede dar al acumulador de sales fundidas una forma cilíndrica circular dando al electrodo negativo 2 una forma cilíndrica circular y disponiendo el separador 3 en una forma cilíndrica y el electrodo positivo 1 alrededor del electrodo negativo 2.

REIVINDICACIONES

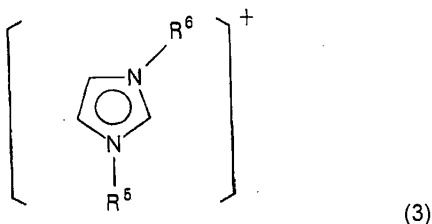
1. Un acumulador de sales fundidas en el que se usa una sal fundida que contiene un ion sodio como catión como electrolito, donde la sal fundida comprende, como anión, un ion, cuya fórmula química estructural general está representada por la siguiente fórmula (1)



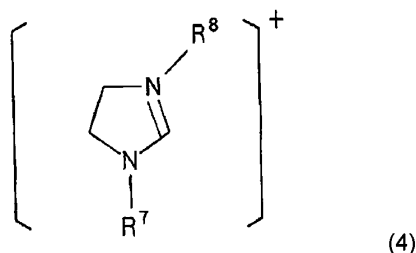
donde X^1 y X^2 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo fluoro o un grupo fluoroalquilo, y comprende, como catión, el ion sodio, así como al menos un catión orgánico incluido en el grupo de cationes orgánicos consistente en: un ion amonio cuaternario



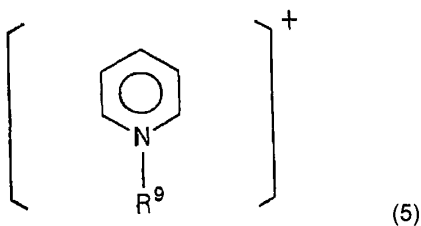
donde R^1 , R^2 , R^3 y R^4 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono o un grupo alquiloxialquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion imidazolio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (3)



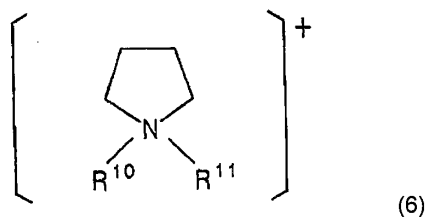
donde R^5 y R^6 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion imidazolio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (4)



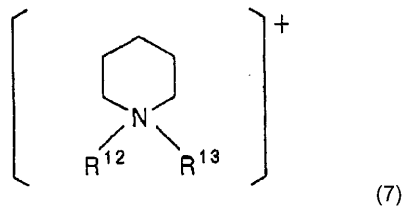
donde R^7 y R^8 son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion piridinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (5)



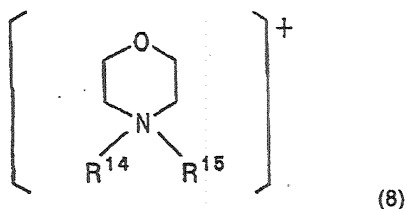
donde R^9 es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion pirrolidinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (6)



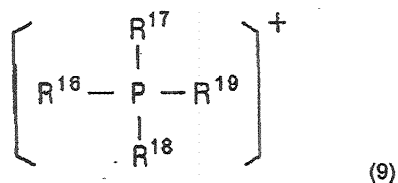
donde R^{10} y R^{11} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion piperidinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (7)



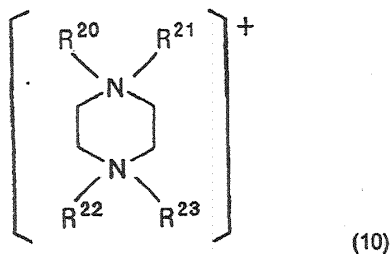
donde R^{12} y R^{13} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion morfolinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (8)



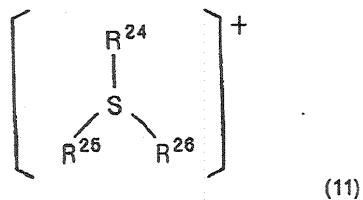
donde R^{14} y R^{15} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; un ion fosfonio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (9)



donde R^{16} , R^{17} , R^{18} y R^{19} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono, un grupo alquiloalquilo de 1-8 átomos de carbono o un grupo fenilo; un ion piperazinio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (10)



donde R^{20} , R^{21} , R^{22} y R^{23} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono; y un ion sulfonio, cuya fórmula química estructural está representada por la siguiente fórmula (11)



donde R^{24} , R^{25} y R^{26} son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-8 átomos de carbono,

caracterizado por que la sal fundida no contiene ni ion potasio ni ion cesio.

- 5 2. El acumulador de sales fundidas según la reivindicación 1, donde la sal fundida comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion amonio cuaternario en el que R^1 , R^2 , R^3 y R^4 de la fórmula (2) son iguales o diferentes entre sí y cada uno de ellos es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.
- 10 3. El acumulador de sales fundidas según la reivindicación 1, donde la sal fundida comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion imidazolio en el que uno de R^5 y R^6 de la fórmula (3) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.
- 15 4. El acumulador de sales fundidas según la reivindicación 1, donde la sal fundida comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion pirrolidinio en el que uno de R^{10} y R^{11} de la fórmula (6) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.
- 20 5. El acumulador de sales fundidas según la reivindicación 1, donde la sal fundida comprende, como catión, el ion sodio, así como el ion piperidinio en el que uno de R^{12} y R^{13} de la fórmula (7) es un grupo metilo y el otro es un grupo alquilo de 1-6 átomos de carbono.
6. El acumulador de sales fundidas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende un electrodo positivo que contiene $NaCrO_2$ como material de electrodo positivo y un electrodo negativo que contiene estaño, sodio o un material de carbono como material activo de electrodo negativo.

Fig.1

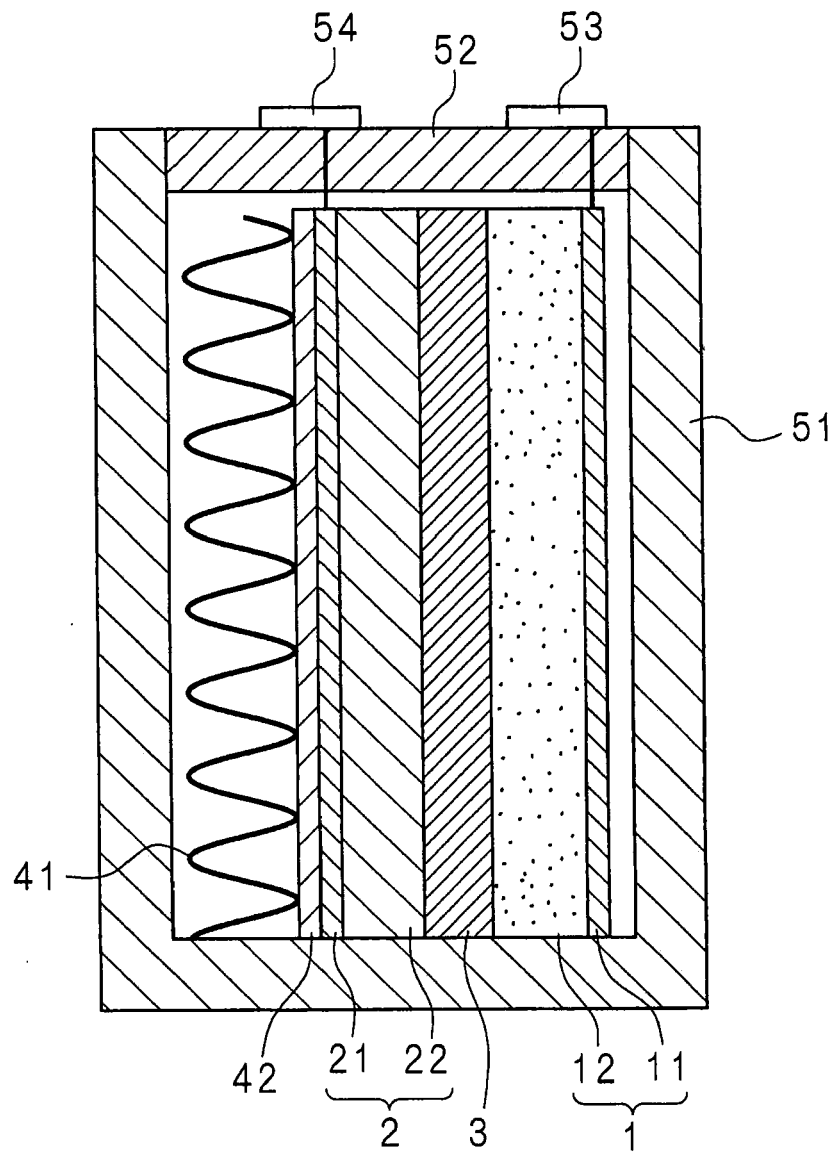


Fig.2

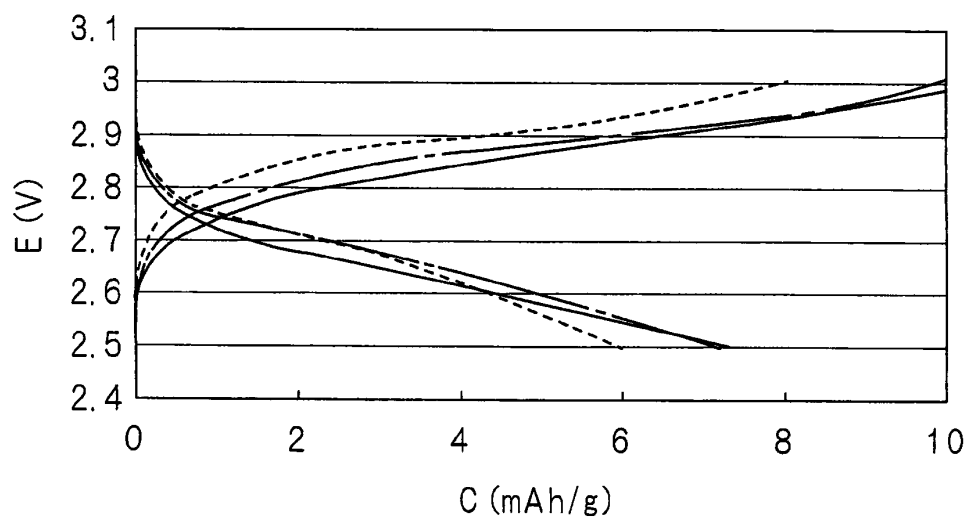
TMHA-FSA:NaFSA							
	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8
Estado a temperatura ambiente	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido

Fig.3

EMI-FSA:NaFSA							
	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8
Estado a temperatura ambiente	Líquido	Líquido	Líquido + Sólido	Líquido + Sólido	Líquido + Sólido	Líquido + Sólido	Líquido + Sólido

Fig.4

P13-FSA:NaFSA							
	8 : 2	7 : 3	6 : 4	5 : 5	4 : 6	3 : 7	2 : 8
Estado a temperatura ambiente	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido + Sólido	Líquido + Sólido

Fig.5

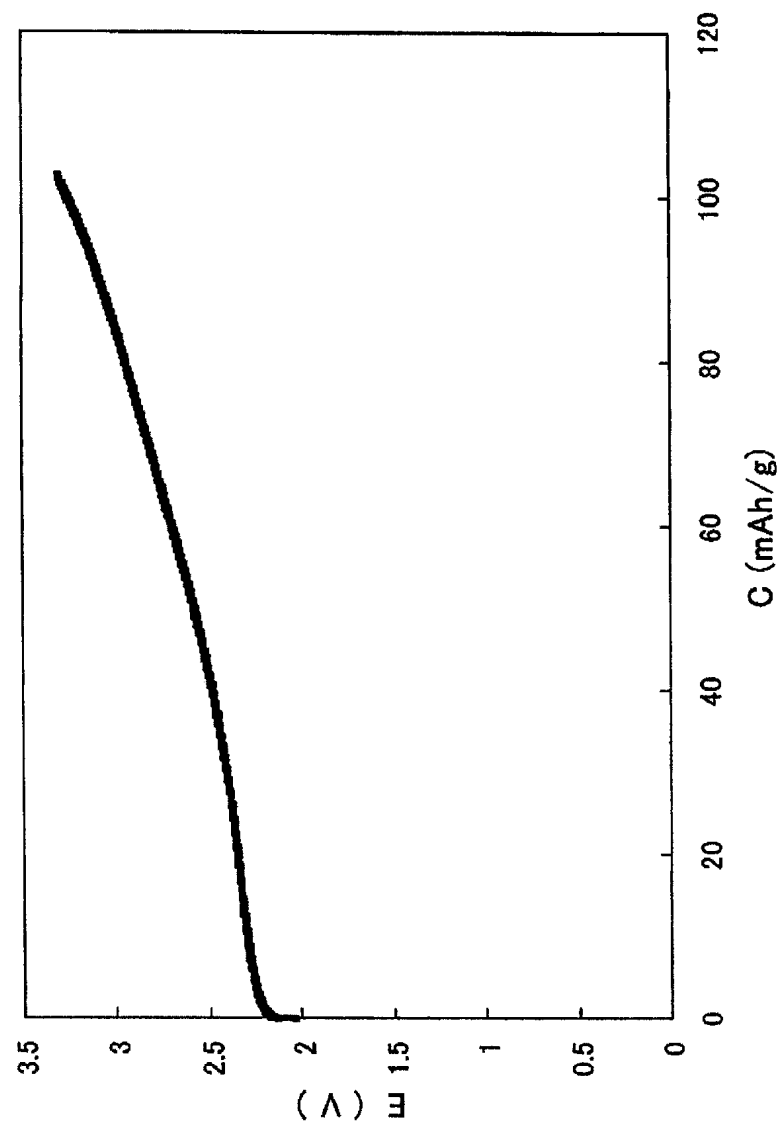


Fig. 6

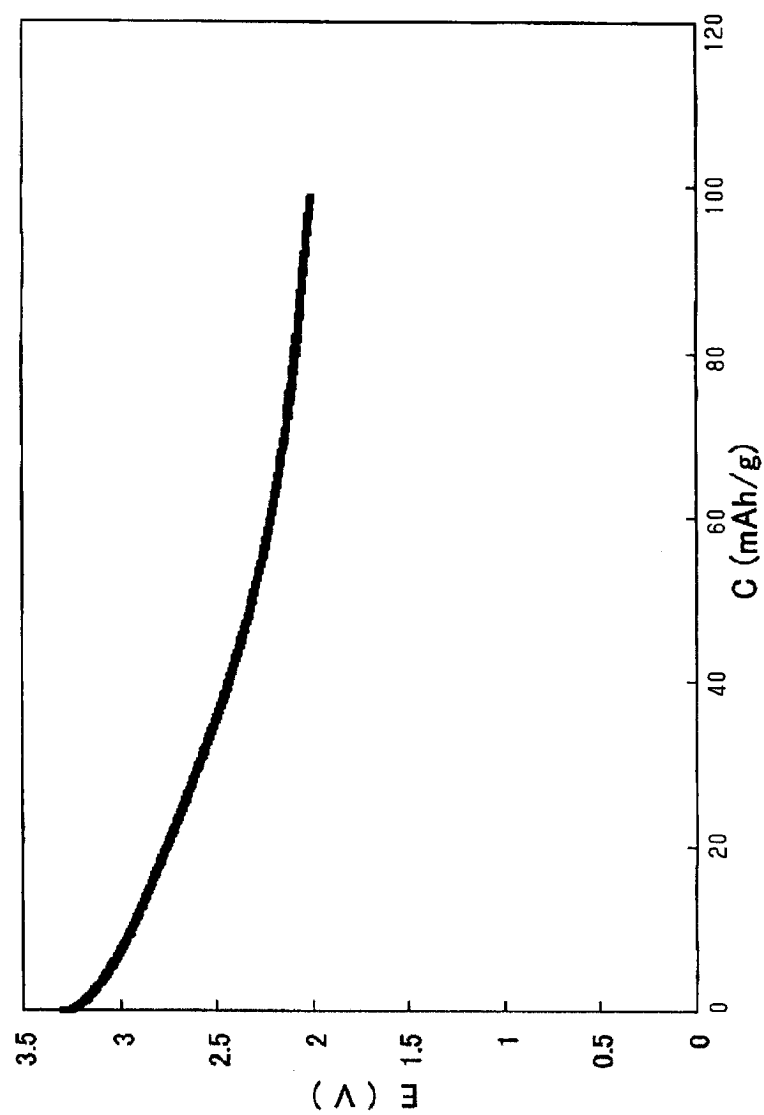


Fig.7