

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 033**

51 Int. Cl.:

**H01M 2/34** (2006.01)

**H02J 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2017** E 17194737 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** EP 3312907

54 Título: **Interruptor de cortocircuito, unidad de descarga rápida, célula de batería y dispositivo de trabajo**

30 Prioridad:

**20.10.2016 DE 102016220552**

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

**18.02.2020**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
P.O. Box 30 02 20  
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**MANSFELD, SEBASTIAN;  
NOLL, STEFAN;  
SCHWAIGER, STEPHAN;  
SCHELLING, CHRISTOPH;  
GRIEB, MICHAEL;  
BANZHAF, CHRISTIAN TOBIAS y  
KENNTNER, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 743 033 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**

Interruptor de cortocircuito, unidad de descarga rápida, célula de batería y dispositivo de trabajo

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un interruptor de cortocircuito, una unidad de descarga rápida, una célula de batería y un dispositivo de trabajo. La presente invención hace referencia particularmente a un interruptor de cortocircuito como interruptor de descarga de una unidad de descarga rápida de una célula de batería, a una unidad de descarga rápida para una célula de batería de este tipo, así como a un vehículo con una célula de batería provista de una unidad de descarga rápida.

10 El uso de unidades que funcionan con baterías es especialmente frecuente en la industria automotriz. Un aspecto fundamental que subyace a la tecnología de baterías es el incremento de la eficiencia manteniendo al mismo tiempo la máxima seguridad posible del funcionamiento. El aspecto de la seguridad está considerado mediante el uso de las así denominadas como unidades de descarga rápida, las cuales en un caso de avería cortocircuitan los bornes de la célula de una batería en cuestión y de esta manera interrumpen la alimentación de energía eléctrica.

15 Los interruptores de cortocircuito utilizados en las unidades de descarga rápida convencionales son comparativamente complejos a causa de la conductividad eléctrica necesaria, y están diseñados con una pluralidad de componentes que comparativamente implican altos costes y un gran espacio constructivo, particularmente por el uso de múltiples MOSFETs conectados en paralelo. Los documentos EP2 642 582 y EP0 982 830 han revelado unidades de puente eléctrico para baterías.

Revelación de la presente invención

20 En contraposición a lo expuesto, el interruptor de cortocircuito conforme a la invención con las características de la reivindicación 1 relacionada presenta la ventaja de que comparativamente con menor equipamiento y costes más reducidos, se logra una elevada seguridad. Esto se consigue conforme a la invención con las características de la reivindicación 1 relacionada porque se crea un interruptor de cortocircuito, particularmente como interruptor de descarga de una unidad de descarga rápida de una célula de batería, el cual está realizado con un primer elemento de contacto y un segundo elemento de contacto, los cuales son móviles uno con respecto al otro de tal modo que son capaces de adoptar un primer estado en el que están separados eléctricamente entre sí y un segundo estado en contacto eléctrico mutuo; un material de sacrificio, el cual es térmicamente descomponible por la acción del calor; un elemento calentador, el cual se encuentra en contacto térmico con el material de sacrificio. En este caso, el material de sacrificio está conformado de tal modo que en la transición de un estado no descompuesto térmicamente a un estado descompuesto térmicamente, el mismo provoca o posibilita un contacto eléctrico entre el primer y el segundo elemento de contacto por el movimiento relativo de los mismos entre sí. De esta manera, una idea principal de la presente invención, consiste en aprovechar la descomposición térmica de un material de sacrificio para generar un contacto eléctrico en un interruptor de cortocircuito.

Las reivindicaciones relacionadas muestran perfeccionamientos preferidos de la presente invención.

35 Para la funcionalidad del interruptor de cortocircuito conforme a la invención, el primer y segundo elemento de contacto están realizados para poder hacer contacto en el funcionamiento con el primer y segundo borne de una célula de batería en cuestión o de un módulo de batería. Durante el funcionamiento, entonces, cada uno de los elementos de contacto está conectado respectivamente con uno de los bornes de la batería. En el caso de una avería, el elemento calentador se acciona de una manera controlada para descomponer térmicamente el material de sacrificio mediante el contacto térmico con el mismo, provocando así el contacto eléctrico entre el primer y el segundo elemento de contacto y con ello el cortocircuito entre los bornes de la batería.

45 En principio, el material de sacrificio puede estar basado en todo tipo de material o ser conformado por cualquier material, en la medida que en un estado de funcionamiento normal, sin alta propagación térmica, el material de base permanezca en un estado no descompuesto térmicamente, pero en caso de fallas, con alta propagación térmica se descomponga térmicamente a fin de provocar así el cortocircuito conforme a la invención.

En un perfeccionamiento ventajoso del interruptor de cortocircuito conforme a la invención, el material de sacrificio contiene un polímero térmicamente descomponible, particularmente una poliolefina, o está conformado por un material de este tipo.

50 Para garantizar la funcionalidad del interruptor de cortocircuito en un caso normal, resulta particularmente ventajoso cuando el material de sacrificio - al menos en el estado no descompuesto térmicamente- es eléctricamente aislante o como máximo presenta una conductividad eléctrica pobre, es decir, que posee una conductividad eléctrica reducida, particularmente en comparación con la conductividad eléctrica de los primeros y segundos elementos de contacto.

También para garantizar la funcionalidad del interruptor de cortocircuito conforme a la invención, más específicamente aprovechando la capacidad de descomposición térmica del material de sacrificio, también pueden estar previstas diferentes geometrías en la disposición de los elementos de contacto en relación al material de sacrificio.

- 5 Se presentan condiciones geométricas particularmente sencillas cuando según una forma de configuración del interruptor de cortocircuito conforme a la invención, los elementos de contacto - por ejemplo por su geometría y/o por su forma de disposición- están configurados para conformar entre sí un contacto mecánico directo o indirecto en la transición del material de sacrificio al estado descompuesto térmicamente, para provocar así el contacto eléctrico.

Esto se puede realizar de múltiples maneras.

- 10 Se consigue una disposición particularmente sencilla cuando el material de sacrificio en el estado no descompuesto térmicamente conforma una barrera material y por lo tanto espacial entre el primer y el segundo elemento de contacto, cuando está realizado un dispositivo de pretensado, el cual está configurado para la aplicación al primer elemento de contacto y/o al segundo elemento de contacto de una fuerza en la dirección hacia el otro elemento de contacto respectivamente, en particular con uno o múltiples elementos de resorte.

- 15 Esto significa en el funcionamiento del interruptor de cortocircuito conforme a la invención que entre los elementos de contacto está presente el material de sacrificio obstaculizando de esta manera el contacto eléctrico de los elementos de contacto. En el caso de una falla, tras la activación del elemento calentador y por consiguiente con la desaparición del material de sacrificio por su descomposición térmica, desaparece la barrera entre los elementos de contacto, por lo cual la aplicación de la fuerza de los elementos de contacto mediante el dispositivo de pretensado desarrolla su efecto. Los elementos de contacto se desplazan uno hacia el otro y entran en contacto mecánico y por tanto eléctrico de manera directa o indirecta entre sí, realizándose de esta manera el proceso de conmutación y con ello el cortocircuito.

- 20 En el material de sacrificio como barrera, en el estado de no descomposición térmica, los elementos de contacto pueden apoyarse mecánicamente de manera directa. Sin embargo, esto no es obligatorio, también pueden estar previstas otras geometrías que no requieran un apoyo directo de los elementos de contacto en el material de sacrificio como barrera.

- 25 De manera alternativa al principio de barrera, el material de sacrificio puede estar conformado con o por una sustancia explosiva y estar realizado sobre una superficie de al menos uno de los elementos de contacto, la cual está en oposición al otro elemento de contacto respectivamente, de modo tal que en la transición de un estado no descompuesto térmicamente del material de sacrificio a un estado descompuesto térmicamente, los elementos de contacto se muevan por retroceso relativamente uno hacia el otro y entren en contacto eléctrico.

También en lo que respecta a la configuración del elemento calentador se pueden considerar diferentes principios mientras que la función de calentamiento del elemento calentador pueda ser controlada en función de la existencia de un funcionamiento normal o de un caso de avería.

- 35 Se presentan condiciones especialmente sencillas cuando conforme a un perfeccionamiento ventajoso del Interruptor de cortocircuito conforme a la invención el elemento calentador presenta un MOSFET o está conformado por un MOSFET, cuyo terminal fuente está en contacto eléctrico con uno de los elementos de contacto y cuyo terminal drenaje con el otro de los elementos de contacto. En el funcionamiento del interruptor de cortocircuito conforme a la invención, el primer y el segundo elemento de contacto están conectados a un primer o a un segundo borne de una batería o de una célula de batería. A través de la conexión del terminal fuente y del terminal drenaje con el primer o bien con el segundo elemento de contacto, en el estado de no activación del MOSFET - es decir durante el funcionamiento normal- fluye sólo una leve corriente de fuga que no desarrolla efecto térmico. En el caso de una avería, el terminal puerta se acciona externamente al máximo como conexión de control del MOSFET, la máxima carga de corriente fluye con un correspondiente presupuesto térmico para el calentamiento del material de sacrificio para su descomposición térmica.

- 40 Una simplificación del diseño del interruptor de cortocircuito conforme a la invención en referencia a la estructura del elemento calentador resulta cuando el elemento calentador presenta un elemento eléctricamente conductor o está conformado por un elemento de ese tipo, particularmente como un elemento calentador metálico, por ejemplo como un cable calefactor, un filamento calefactor, una bobina de calentamiento o uno similar o una pluralidad de los mismos, el cual está dispuesto en un espacio intermedio entre los elementos de contacto y el cual está introducido en el material de sacrificio, particularmente en el estado no descompuesto térmicamente del material de sacrificio.

La presente invención también hace referencia a una unidad de descarga rápida para una célula de batería. Conforme a la invención, el interruptor de descarga proporcionado en la unidad de descarga rápida está realizado como un interruptor de cortocircuito según la presente invención. El interruptor de descarga (32), y con ello el

interruptor de cortocircuito, están configurados para ser o estar conectados - por ejemplo mediante una primera y una segunda línea de descarga- con el primer y el segundo borne de una célula de batería.

5 Esto significa, como ya fue mencionado anteriormente, que entre los primeros y segundos bornes de una batería está conectada la unidad de descarga rápida y en particular el interruptor de descarga en la forma del interruptor de cortocircuito conforme a la invención. En el caso normal, es decir durante el normal funcionamiento sin averías, los bornes de la batería no se conectan eléctricamente por ello de manera directa. Pero en el caso de una avería, el elemento calentador del interruptor de cortocircuito conforme a la invención se acciona como interruptor de descarga de la unidad de descarga rápida de tal modo que el material de sacrificio se calienta y se lleva al estado de descomposición térmica. Como consecuencia de ello, el interruptor de cortocircuito se cierra y los bornes de la  
10 batería entran en contacto directo entre sí y se cortocircuitan, eventualmente interconectando una resistencia de descarga.

Según otro aspecto de la presente invención, se crea una célula de batería. La misma presenta un primer borne y un segundo borne, entre los cuales está realizada una unidad de descarga rápida conforme a la invención para conformar un contacto eléctrico controlable entre el primer y el segundo borne de la célula de batería.

15 Además, es objeto de la presente invención un dispositivo de trabajo, y particularmente un vehículo. El dispositivo de trabajo y en particular el vehículo está realizado con una unidad para la ejecución de un determinado ciclo de trabajo. Aquí puede tratarse, por ejemplo, de un accionamiento. Además, está realizada al menos una célula de batería o por ejemplo un módulo de batería con una pluralidad de células de batería. La célula de batería o el módulo tienen la función de alimentar con energía eléctrica la al menos una unidad, para garantizar su  
20 funcionamiento. Cada célula de batería correspondientemente provista posee el diseño conforme a la invención presentado.

Breve descripción de las figuras

En relación con las figuras incluidas se describen en detalle formas de ejecución de la invención.

25 La figura 1 es una representación esquemática de una forma de ejecución de la célula de batería conforme a la invención.

Las figuras 2 a 8 son representaciones esquemáticas de formas de ejecución del interruptor de cortocircuito conforme a la invención, eventualmente en diferentes estados de funcionamiento.

Las formas de ejecución preferidas de la invención están definidas en las reivindicaciones relacionadas.

30 A continuación, en relación con las figuras 1 a 8, se describen en detalle ejemplos de ejecución y el fundamento técnico de la presente invención. Los elementos y componentes idénticos y equivalentes, así como aquellos con idéntica o equivalente funcionalidad se indican con los mismos símbolos de referencia. La descripción detallada de los elementos y componentes indicados no se repetirá en cada caso en el que sean mencionados.

Las características presentadas y demás propiedades se pueden separar y combinar de manera discrecional entre sí sin abandonar el fundamento de la invención.

35 La figura 1 es una representación esquemática de una forma de ejecución de la célula de batería 10 conforme a la invención, utilizando una forma de ejecución del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención como interruptor de descarga 32 de una unidad de descarga rápida 30 proporcionada para la célula de batería 10.

40 La célula de batería 10 conforme a la invención se conforma en el núcleo por una parte electroquímica 20 para la generación de energía eléctrica a partir de energía química mediante procesos electroquímicos. Para ello, la parte electroquímica 20 presenta un primer electrodo o electrodo positivo 21 y un segundo electrodo o electrodo negativo 22, los cuales están introducidos en un recipiente que presenta un componente electrolito 23 con un componente de sal 24 y con un componente disolvente 25.

45 La parte electroquímica 20 y particularmente el primer y el segundo electrodo 21 y 22 están conectados con conductores de conexión 15 ó 16 para derivar la energía eléctrica generada desde una carcasa 17. Los conectores de conexión 15, 16 finalizan en un primer borne 11 o bien en un segundo borne 12 de la célula de la batería 10 y se subdividen cada uno en una zona externa 14 para una conexión externa y en una zona de conexión 13 para hacer contacto con la unidad de descarga rápida 30 prevista conforme a la invención.

A través de líneas de descarga 33 y 34 que están conectadas a nodos de conexión 35 y 36 en los conectores de conexión 15 y 16 en la zona del primer y del segundo borne 11 y 12, la unidad de descarga rápida 30 de la célula de

batería 10 entra en contacto con el interruptor de descarga 32, eventualmente, por la interconexión de una resistencia de descarga 31 con los bornes 11 y 12 de la célula de batería 10.

En este caso se utiliza como interruptor de descarga 32 un interruptor de cortocircuito 1 construido conforme a la invención.

- 5 Las diferentes formas de configuración y las formas de funcionamiento de este interruptor de cortocircuito 1 construido conforme a la invención se desarrollan en relación a las otras figuras 2 a 8.

Las figuras 2 y 3 muestran en una vista lateral recortada en una forma esquemática una primera configuración del debido interruptor de cortocircuito 1, más específicamente en el estado normal según la figura 2, en el estado deficiente del caso de una avería según la figura 3.

- 10 En esta forma de configuración, el interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención está compuesto de un primer elemento de contacto 2-1 y de un segundo elemento de contacto 2-2, los cuales están distanciados espacialmente uno de otro; en donde la distancia espacial se garantiza mediante un material de sacrificio 3 presente entre los elementos de contacto 2-1, 2-2. El material de sacrificio 3 sirve entonces como barrera entre los lados frontales del primer y el segundo elemento de contacto 2-1, 2-2 que están enfrentados entre sí, los cuales a causa de las fuerzas 5-1 que se ejercen mediante el dispositivo de pretensado 5 sobre los elementos de contacto 2-1, 2-2 dirigiéndolos uno hacia el otro, aquí se apoyan mecánicamente de manera directa en el material de sacrificio 3

- 15 El primer elemento de contacto 2-1, representado arriba en las figuras 2 y 3, posee una entalladura 2-3 que está seleccionada de modo tal que el elemento calentador 4, aquí con forma de un MOSFET, introducido centradamente en el material de sacrificio 3 conforme a la figura 2, puede alojarse en la entalladura 2-3, tal como está representado en la figura 3 para el caso de avería.

- 20 El elemento calentador 4, aquí en forma de MOSFET, presenta del lado superior y orientado al primer elemento de contacto 2-1 un terminal fuente 4-1 y del lado inferior y orientado al segundo elemento de contacto 2-2 un terminal drenaje 4-2. En esta forma de ejecución, el terminal drenaje 4-2 está conectado eléctricamente de manera directa con el segundo elemento de contacto 2-2. A causa del distanciamiento espacial entre el primer elemento de contacto 2-1 y el segundo elemento de contacto 2-2 está conformado un hilo de unión de fuente 2-4 para el contacto del terminal fuente 4-1 del MOSFET en el que se basa el elemento calentador 4, con el primer elemento de contacto 4-1.

- 25 Ante la presencia de un caso de avería, por ejemplo ante un accidente o similares, el MOSFET en el que se basa el elemento calentador 4 se acciona mediante un terminal puerta, aquí no representado, de tal modo que utilizando el contacto eléctrico del MOSFET con el primer y el segundo elemento de contacto 2-1, 2-2 una corriente eléctrica elevada fluye como flujo calórico, de modo que el MOSFET como tal funciona finalmente como elemento calentador 4 y genera la descomposición térmica del material de sacrificio 3.

- 30 En la figura 3, el material de sacrificio 3 está descompuesto térmicamente, por consiguiente, la barrera entre el primer y el segundo elemento de contacto 2-1, 2-2 ha desaparecido, de modo que los elementos de contacto 2-1, 2-2 se tocan con sus laterales frontales enfrentados entre sí y ocasionan así el cortocircuito del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención; en donde ahora en la entalladura 2-3 se ha alojado el elemento calentador 4 con la forma del MOSFET.

- 35 En la forma de ejecución del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención según la figura 4, el material de sacrificio 3 está realizado sólo de manera parcial en el espacio intermedio entre el primer y el segundo elemento de contacto 2-1 y 2-2, pero sigue funcionando sin embargo como barrera entre los elementos de contacto 2-1, 2-2 a fin de evitar que en un caso normal los elementos de contacto 2-1 y 2-2 se junten a causa de la fuerza 5-1 del dispositivo de pretensión 5. Esto significa que en esta forma de ejecución, la cantidad de material para descomponerse térmicamente, o sea la cantidad de material de sacrificio 3 es reducido. De esta manera, el presupuesto térmico que debe aplicarse para la descomposición térmica es reducido. El interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención puede responder entonces más rápido o de manera alternativa ser diseñado con una potencia menor y por ello con un tamaño constructivo más reducido para el MOSFET.

- 40 En la forma de ejecución del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención según la figura 5, el material de sacrificio 3 se encuentra exclusivamente en los laterales del MOSFET como elemento calentador 4, por consiguiente, la cantidad de material de sacrificio 3 que debe descomponerse térmicamente es aún más reducido.

- 45 En la forma de ejecución según las figuras 6 y 7, el elemento calentador 4 respectivamente proporcionado se realiza mediante correspondientes elementos metálicos, por ejemplo, con la forma de cables calefactores, filamentos calefactores, bobinas de calentamiento o similares. El elemento calentador 4, integrado en el material de sacrificio 3, se encuentra en la zona intermedia entre el primer y el segundo elemento de contacto 2-1 o bien 2-2 y funciona en

cooperación con el material de sacrificio 3 como barrera para contrarrestar las fuerzas 5-1 del dispositivo de pretensado 5.

5 Mediante el accionamiento del elemento calentador 4 el material de sacrificio 3 se descompone térmicamente, con lo cual las fuerzas 5-1 del dispositivo de pretensado 5 actúan y los elementos de contacto 2-1, 2-1 se presionan uno contra otro. Por el desplazamiento de los elementos de contacto 2-1, 2-1 uno hacia el otro, tiene lugar un contacto eléctrico sólo indirecto entre los elementos de contacto 2-1 y 2-2 - obtenido mediante la conductividad eléctrica de los componentes del elemento calentador 4 conductores eléctricos que se encuentran entonces aprisionados. Sin embargo, a causa de la conductividad eléctrica de los componentes del elemento calentador 4 esto es suficiente para el efecto de cortocircuito de esta forma de ejecución del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención.

10 En la forma de ejecución según la figura 7 se genera adicionalmente un contacto de manera directa del primer y del segundo elemento de contacto 2-1 y 2-2, específicamente por la protuberancia o el saliente 2-5 del primer elemento de contacto 2-1, aquí representado arriba, en su lado inferior, el cual está orientado hacia el segundo elemento de contacto 2-2.

15 En la forma de ejecución del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención según la figura 8, el desplazamiento del primer y del segundo elemento de contacto 2-1 y 2-2 no se fuerza por un dispositivo de pretensado 5 - como en las formas de ejecución según las figuras 2 a 7. Más bien, en la forma de ejecución según la figura 8, se procede según el principio de impulsión por retroceso, en donde en los laterales o en las superficies del primer y del segundo elemento de contacto 2-1 y 2-2 que están respectivamente en oposición al otro elemento de contacto 2-2 ó 2-1 se aplica una respectiva porción del material de sacrificio 3 que está a su vez conectada con un correspondiente elemento calentador 4. En este caso, el elemento de sacrificio 3 debe funcionar como una especie de sustancia explosiva de modo que en el caso de una avería - iniciado por el respectivo elemento calentador 4 o algún otro mecanismo de encendido - el material de sacrificio 3 se descompone térmicamente de manera explosiva y a causa de la reacción de retroceso provoca que los elementos de contacto 2-1 y 2-2 se desplacen uno hacia el otro y entren en contacto.

25 A causa del carácter irreversible del estado de descomposición térmica del material de sacrificio 3, las formas de ejecución presentadas del interruptor de cortocircuito 1 conforme a la invención actúan como un interruptor de una sola vez.

30 Estas y otras características y propiedades de la presente invención se desarrollan con más detalle en base a las siguientes explicaciones: La presente invención hace referencia en particular a interruptores de una sola vez 1 activables y/o activados eléctrica y/o térmicamente con baja resistencia utilizando polímeros térmicamente descomponibles así como a su aplicación en células de batería 10 o módulos de baterías construidos a partir de las mismas y similares.

35 La invención describe también un diseño y una estrategia de funcionamiento para un interruptor de una sola vez 1 en el uso como o en un dispositivo de descarga rápida 30, por ejemplo para células de batería de iones de litio y para módulos construidos con las mismas.

El interruptor de una sola vez 1 propuesto está compuesto por ejemplo de dos electrodos con una muy buena conductividad eléctrica como primer y segundo elemento de contacto 2-1 y 2-2, los cuales durante el funcionamiento normal están separados por una capa de un material de sacrificio 3 y por ejemplo de un polímero térmicamente descomponible (del inglés: thermally decomposable polymer - TDP).

40 Cuando el interruptor 1 se activa, es decir en un caso de cortocircuito o similar, el material de polímero térmicamente descomponible 3 se descompone y hace que ambos electrodos 2-1, 2-2 entren en contacto eléctrico entre sí. De esta manera surge una conexión de excelente conductividad eléctrica entre los electrodos, que puede soportar altas intensidades de corriente.

45 Por lo general, las células 10 o los módulos de baterías de iones de litio construidas por las mismas, son sometidas a una así denominada como prueba de aguja a fin de comprobar su calidad. Para ello, se clava una aguja de metal en la célula. Con una prueba de este tipo se simula por ejemplo un accidente en un vehículo.

50 Una célula de batería 10 pasa dicha prueba de aguja cuando la misma no explota durante la prueba. Las células 10 con química celular moderna y/o con altas densidades de potencia, con frecuencia, no pasan dicha prueba o al menos no de manera satisfactoria a causa de la agresividad de la química celular y por ello no se puede admitir su aplicación ni distribución.

Para que la célula 10 pueda pasar la prueba de la aguja a pesar de la química celular según el estado del arte se activa un mecanismo de protección que cortocircuita a la célula 10 durante la interacción con la aguja degradando la química celular de modo que se evita una explosión.

Para un mecanismo de cortocircuito de este tipo y una subyacente electrónica de cortocircuito se deben establecer los siguientes requerimientos:

- (1) Debe ser posible una detección del cortocircuito, aunque esto no corresponde a un aspecto principal de la presente invención.
- 5 (2) En un caso de no falla, es decir por ejemplo en un funcionamiento normal debe existir un aislamiento eléctrico, por ejemplo con un bloqueo de la tensión de batería  $U_{bat}$  en un rango de aproximadamente 4V hasta 5V.
- (3) En el caso de falla o en el caso de cortocircuito debe existir la menor resistencia  $R_{ST}$  posible, por ejemplo en un rango por debajo de  $10^{-4} \Omega$ .
- 10 (4) En el caso de falla o en el caso de cortocircuito debe estar garantizada una conductividad eléctrica  $I_{max}$  por ejemplo en el rango de aproximadamente 5 kA para un intervalo temporal  $t_{max}$  de por ejemplo aproximadamente 30 s.
- (5) Las medidas pueden ocasionar a lo sumo costes bajos.

De manera convencional, los aspectos (2) a (4) se toman en consideración utilizando múltiples Si-MOSFETs conectados en paralelo, los cuales bloquean la tensión de batería  $U_{bat}$  y en el caso de un cortocircuito ofrecen una resistencia reducida por su conexión en paralelo.

15

Para ello, se utilizan por ejemplo transistores que presentan respectivamente una resistencia  $R$  en el rango de aproximadamente 0,34 m $\Omega$  en una superficie de chip de alrededor de 40 mm<sup>2</sup>.

A causa de la conductividad de corriente continua de los transistores de por ejemplo 341 A, se conectan 20 transistores en paralelo que de esta manera proveen una resistencia total  $R$  de aproximadamente 0,017 m $\Omega$  y requieren una superficie de chip total  $A$  de aproximadamente 8 cm<sup>2</sup>, originando una gran parte de los costes para la electrónica de cortocircuito convencional.

20

Uno de los objetos de la presente invención consiste en crear un interruptor de una sola vez 1, el cual cumpla con los requerimientos (2) a (5) descritos anteriormente de una manera sencilla y lo más fiable posible.

Un aspecto fundamental de la invención consiste en la conformación de una estructura para un interruptor de una sola vez 1, así como en una estrategia de funcionamiento para poder realizar y manipular de la manera más simple y fiable posible el caso de cortocircuito desarrollado anteriormente.

25

### Diseño

Una forma de ejecución del interruptor de una sola vez 1 conforme a la invención está representada en la figura 2 en una vista en corte transversal.

30 El mismo está compuesto de dos electrodos de alta conductividad como primer y segundo elemento de contacto 2-1 o bien 2-2, más específicamente un ánodo y un cátodo, por ejemplo de cobre (Cu) o aluminio (Al). Los electrodos 2-1, 2-2 pueden estar conformados por ejemplo en forma de barra y con un diámetro en el rango de aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 2 cm.

35 En un estado normal, o sea en un estado de no falla, los electrodos 2-1, 2-2 no se encuentran en contacto entre sí, sino que están separados eléctricamente uno del otro por ejemplo por una capa de un material TDP como material de sacrificio 3. La capa de polímero térmicamente descomponible 3 puede presentar aquí grosores de capa en el rango de aproximadamente 1  $\mu$ m hasta aproximadamente 100  $\mu$ m.

40 La capa de TDP se comporta particularmente como un aislante. En paralelo a la capa TDP 3 y en contacto térmico con la misma se dispone un elemento calentador 4, por ejemplo, en forma de un interruptor electrónico, por ejemplo, un Si-MOSFET.

45 En el caso de un Si-MOSFET como elemento calentador 4, el mismo puede conectarse por ejemplo del lado del drenaje con el ánodo 2-2 y del lado de la fuente con el cátodo 2-1. Esto sucede por ejemplo mediante soldadura por ejemplo del lado del drenaje, o bonderización, por ejemplo, del lado de la fuente. Adicionalmente a los terminales de drenaje y de fuente 4-2 ó 4-1, también se conectan el electrodo de control o el terminal puerta del MOSFET -el cual no está representado en la figura- con una electrónica de detección de una electrónica de cortocircuito subyacente.

Tras la conexión del interruptor electrónico como un elemento calentador 4, el interruptor de una sola vez 1 se envasa por ejemplo introduciéndolo en un encapsulado de tal modo que sobre ambos electrodos 2-1, 2-2, es decir sobre el ánodo y el cátodo, actúa una fuerza 5-1 que comprime los electrodos 2-1, 2-2. Esto se puede realizar por ejemplo mediante un resorte 5 adicional en el envase.

5 Estrategia de funcionamiento

(A) Funcionamiento normal:

10 En el funcionamiento normal, el interruptor de una sola vez 1 descrito anteriormente puede presentar la disposición representada en la figura 2. La tensión de control del interruptor electrónico como elemento calentador 4, por ejemplo de un MOSFET, se selecciona de modo que el mismo proporcione un estado sin conductividad eléctrica. De esta manera, a través del MOSFET y de la capa TDP 3 conectada en paralelo fluye sólo una leve corriente de fuga.

De esta manera se cumple conforme a la invención el requerimiento (2) descrito anteriormente.

(B) Caso de cortocircuito:

15 En el caso de la detección de la penetración de una aguja durante una prueba de aguja, la tensión de control del MOSFET como elemento calentador 4 se selecciona de tal modo que el mismo provee una resistencia  $R_{er}$  comparativamente baja, por ejemplo, en el rango de aproximadamente  $10^{-3} \Omega$  hasta aproximadamente  $1 \Omega$ .

El flujo de corriente a través del MOSFET provoca un calentamiento. El calor generado se utiliza para descomponer térmicamente el material TDP 3.

20 La resistencia del MOSFET como elemento calentador 4 debe seleccionarse para ello tan baja como para que se alcance la temperatura para la descomposición del material TDP 3 y el intervalo temporal de la descomposición  $t_{zer}$  sea menor que  $t_{max}$ .

Al mismo tiempo, la resistencia del MOSFET se debe seleccionar tan alta como para garantizar su función durante el intervalo temporal de descomposición  $t_{zer}$  necesario.

25 Tras la descomposición del material TDP 3, ambos electrodos como elementos de contacto 2-1, 2-2, específicamente el ánodo y el cátodo, en ausencia del material TDP 3 por su descomposición térmica, se desplazan uno hacia el otro y se presionan o se comprimen mediante la fuerza de pretensión 5-1, tal como está representado en la figura 3.

Comparativamente, se ajusta una resistencia menor y una conductividad eléctrica elevada, cumpliendo así los requerimientos (3) y (4) descritos anteriormente.

30 En contraposición al procedimiento convencional, la resistencia del interruptor eléctrico conforme a la invención, en el sentido de un interruptor de una sola vez 1, debe seleccionarse considerablemente mayor a la resistencia del interruptor electrónico conforme al estado del arte, es decir que aplica  $R_{er} \gg R_{ST}$ .

De esta manera, los interruptores electrónicos pueden dimensionarse considerablemente más pequeños, por ejemplo 10 veces hasta 1000 veces, y ahorrarse así dimensiones de la superficie del chip y con ello costes.

Otras formas de ejecución

35 En las figuras 4 a 8 están representadas otras formas de ejecución.

La figura 4 muestra el interruptor de una sola vez 1 conforme a la invención descrito anteriormente, en el cual el material de polímero descomponible térmicamente 3 sólo está aplicado parcialmente entre el ánodo 2-2 y el cátodo 2-1.

40 En este caso, resulta ventajoso que se logra una descomposición comparativamente rápida. Desfavorable puede ser un aislamiento eléctrico comparativamente peor.

La figura 5 muestra el interruptor de una sola vez 1 conforme a la invención descrito anteriormente, en el cual el material de polímero descomponible térmicamente 3 está aplicado de un lado del MOSFET del elemento calentador 4.



La figura 6 muestra el interruptor de una sola vez 1 conforme a la invención descrito anteriormente, en el cual el MOSFET está reemplazado por un elemento calentador 4 que está integrado al volumen del material de polímero térmicamente descomponible 3.

5 La figura 7 muestra el interruptor de una sola vez 1 conforme a la invención descrito anteriormente, en el cual adicionalmente también están integrados otros elementos calentadores 4 al volumen del material de polímero térmicamente descomponible 3. Estos pueden estar compuestos de cobre y en el caso de cortocircuito ser alimentados con energía eléctrica a través del MOSFET. De esta manera, los mismos se calientan y aseguran la descomposición del material de polímero térmicamente descomponible 3.

10 La o las compensaciones de superficie superior de las superficies de contacto centrales se seleccionan ventajosamente de tal modo que la distancia de separación es menor a los grosores de las capas TDP 3 con un elemento calentador 4 integrado. Este diseño tiene la ventaja de que durante la evaporación del material TDP 3 ambas superficies de contacto entran en contacto mutuo más rápidamente -el material TDP 3 no tiene que estar completamente evaporado para que se establezca el contacto- y de esta manera resulta un cortocircuito de baja impedancia.

15 La disposición periférica de la capa de descomposición TDP 3 posibilita una salida más simple de los gases de descomposición.

En otra forma de ejecución según la figura 8 el polímero 3 que puede descomponerse térmicamente puede conformar una sustancia explosiva o ser reemplazado por una sustancia explosiva.

20 Una estructura de este tipo con un material explosivo 3 en un interruptor de una sola vez 1 conforme a la invención, está representada esquemáticamente en la figura 8. En el caso de falla las zonas con la sustancia explosivas 3 se encienden mediante una electrónica de disparo y disparan uno contra otro a los electrodos 2-1, 2-2, antes eléctricamente separados. De esta manera se fabrica un contacto eléctrico entre los electrodos 2-1, 2-2.

25 Una posibilidad de aplicación de la invención es un dispositivo de descarga rápida 30 -también denominado como Fast-Discharge-Device y representado en la figura 1- para la desactivación segura de una química celular en una batería de iones de litio. Un dispositivo 30 de este tipo es necesario para proteger contra explosiones a células de batería 10 o a módulos de batería con química celular moderna y agresiva en el caso de una falla, por ejemplo en la penetración de una aguja durante una prueba de aguja.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Interruptor de cortocircuito (1), particularmente como interruptor de descarga (32) de una unidad de descarga rápida (30) de una célula de batería (10), con:
- 5 - un primer elemento de contacto (2-1) y un segundo elemento de contacto (2-2), los cuales están realizados móviles uno con respecto al otro de tal modo que son capaces de adoptar un primer estado en el que están separados eléctricamente entre sí y un segundo estado en contacto eléctrico mutuo;
  - un material de sacrificio (3), el cual es térmicamente descomponible por la acción del calor;
  - un elemento calentador (4), el cual está realizado en contacto térmico con el material de sacrificio (3);
- 10 en donde el material de sacrificio (3) está conformado de tal modo que en la transición de un estado no descompuesto térmicamente a un estado descompuesto térmicamente, el mismo provoca o posibilita un contacto eléctrico entre el primer y el segundo elemento de contacto (2-1, 2-2) por el movimiento relativo de los mismos entre sí;
- en donde el material de sacrificio (3)
- 15 - está conformado con o por una sustancia explosiva y
  - está realizado sobre una superficie de al menos uno de los elementos de contacto (2-1, 2-2), la cual está en oposición al otro elemento de contacto (2-2, 2-1) respectivamente, de modo tal que en la transición de un estado no descompuesto térmicamente del material de sacrificio (3) a un estado descompuesto térmicamente, los elementos de contacto (2-1, 2-2) se mueven por retroceso relativamente uno hacia el otro y entran en contacto eléctrico.
- 20 2. Interruptor de cortocircuito (1) según la reivindicación 1, en el cual el material de sacrificio (3) está conformado con o por un polímero térmicamente descomponible, particularmente una poliolefina.
3. Interruptor de cortocircuito (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el material de sacrificio (3) al menos en el estado no descompuesto térmicamente es eléctricamente aislante o como máximo presenta una pobre conductividad eléctrica.
- 25 4. Interruptor de cortocircuito (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual los elementos de contacto (2-1, 2-2) están configurados para establecer entre sí un contacto mecánico directo o indirecto durante la transición del material de sacrificio (3) al estado descompuesto térmicamente, para provocar así el contacto eléctrico.
5. Interruptor de cortocircuito (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual:
- 30 - el material de sacrificio (3) en el estado no descompuesto térmicamente conforma una barrera entre el primer y el segundo elemento de contacto (2-1, 2-2), y
  - está realizado un dispositivo de pretensado (5), el cual está configurado para la aplicación al primer elemento de contacto (2-1) y/o al segundo elemento de contacto (2-2) de una fuerza (5-1) en la dirección hacia el otro elemento de contacto (2-1, 2-2) respectivamente, en particular con uno o múltiples elementos de resorte.
- 35 6. Interruptor de cortocircuito (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el elemento calentador (4) presenta un MOSFET o está conformado por un MOSFET, cuyo terminal fuente (4-1) está conectado eléctricamente con uno de los elementos de contacto (2-1, 2-2) y cuyo terminal drenaje (4-2) con el otro de los elementos de contacto (2-2, 2-1).
7. Interruptor de cortocircuito (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6,
- 40 en el cual el elemento calentador (4) presenta un elemento eléctricamente conductor o está conformado por un elemento de ese tipo, particularmente como un elemento calentador metálico, el cual está dispuesto en un espacio intermedio entre los elementos de contacto (2-1, 2-2) y el cual está introducido en el material de sacrificio (3), particularmente en el estado no descompuesto térmicamente del material de sacrificio (3).
8. Unidad de descarga rápida (30) para una célula de batería (10);

- la cual como interruptor de descarga (32) presenta un interruptor de cortocircuito (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7,

- en donde el interruptor de descarga (32) está configurado para ser conectado mediante una primera y una segunda línea de descarga (33, 34) con el primer y el segundo borne (11, 12) de una célula de batería (10).

5 9. Célula de batería (10),

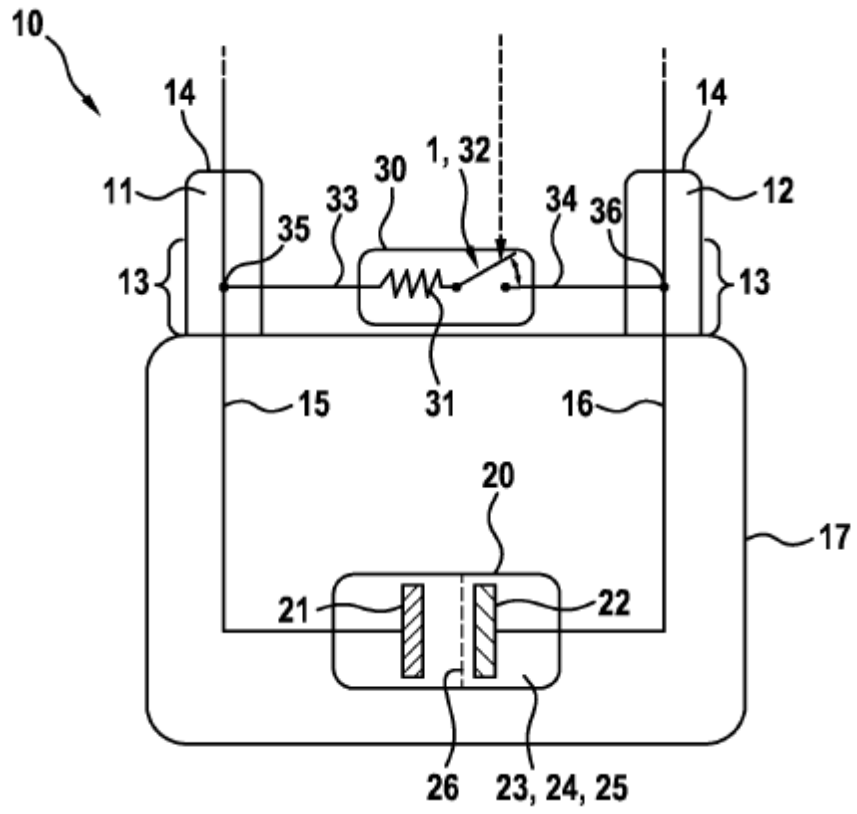
con un primer borne (11) y un segundo borne (12), entre los cuales una unidad de descarga rápida (30) según la reivindicación 8 está realizada en contacto eléctrico.

10. Dispositivo de trabajo y en particular un vehículo, con

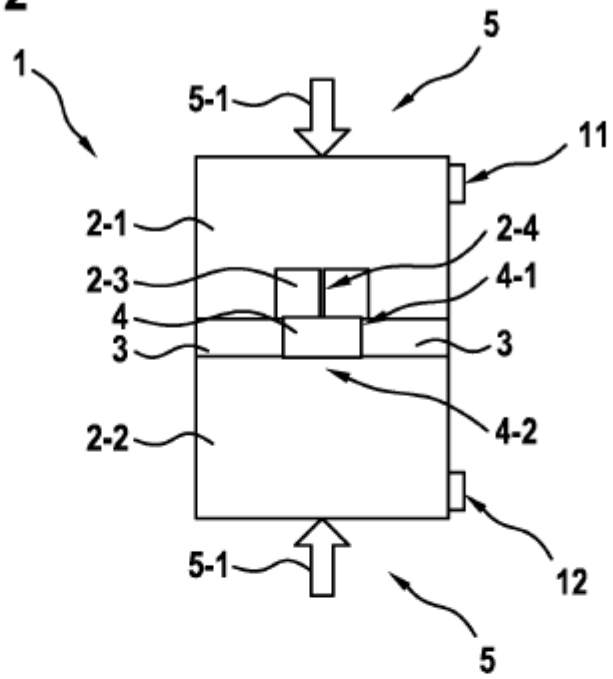
- una unidad para la ejecución de un ciclo de trabajo, particularmente de un accionamiento, y

10 - al menos una célula de batería (10), la cual está realizada para la alimentación de la unidad con energía eléctrica para su funcionamiento y conforme a la reivindicación 9.

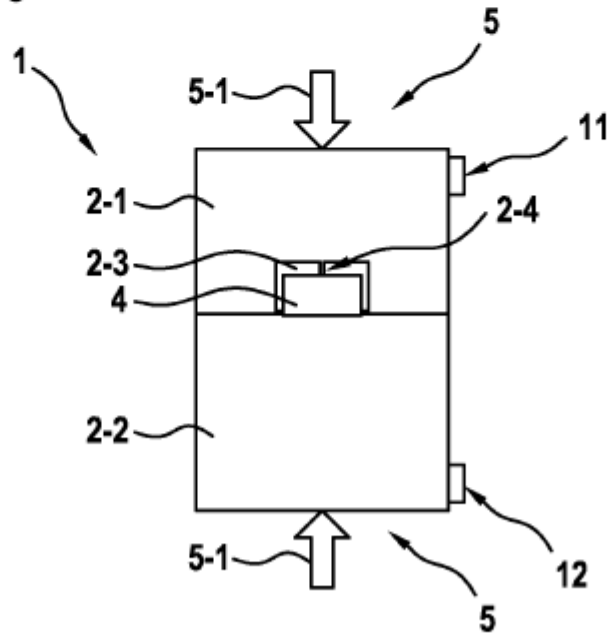
Fig. 1



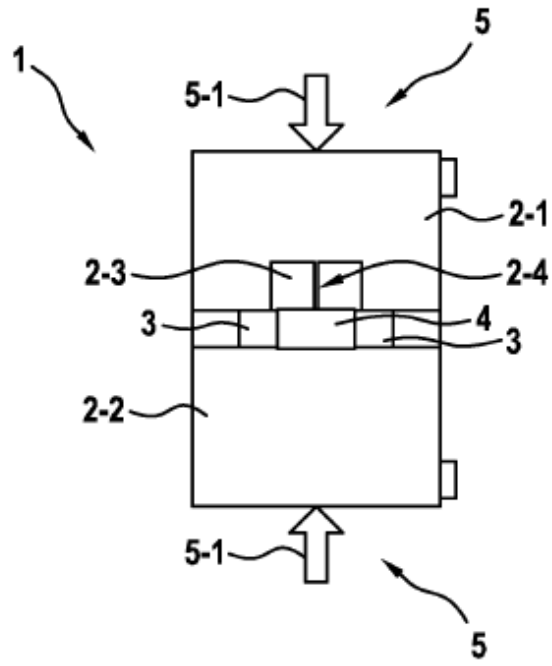
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

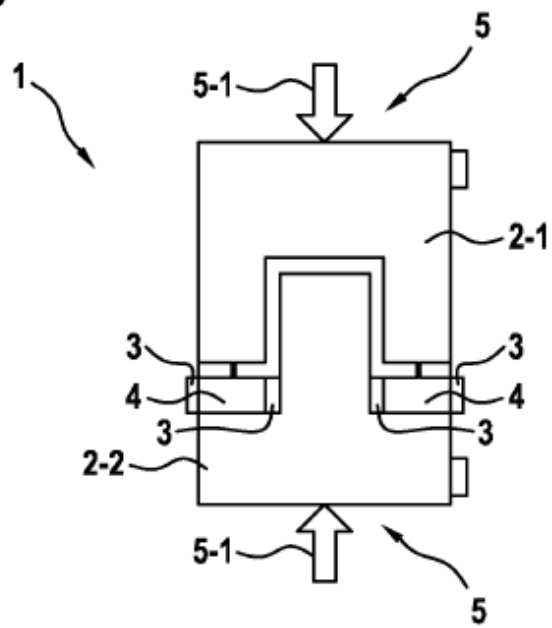


Fig. 6

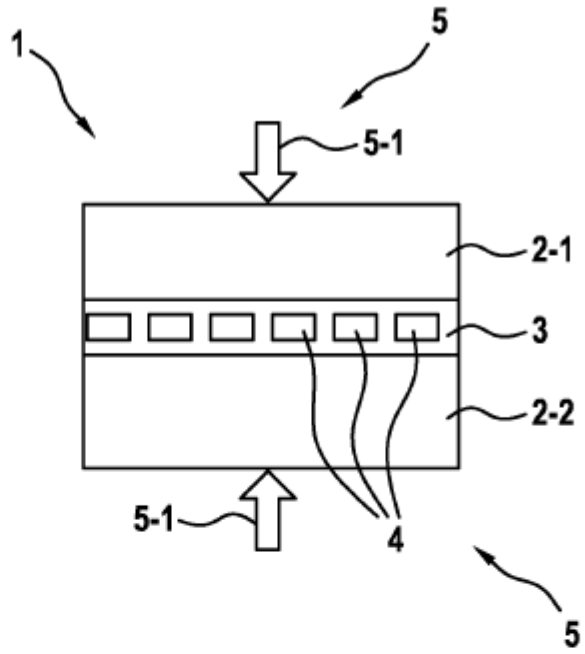
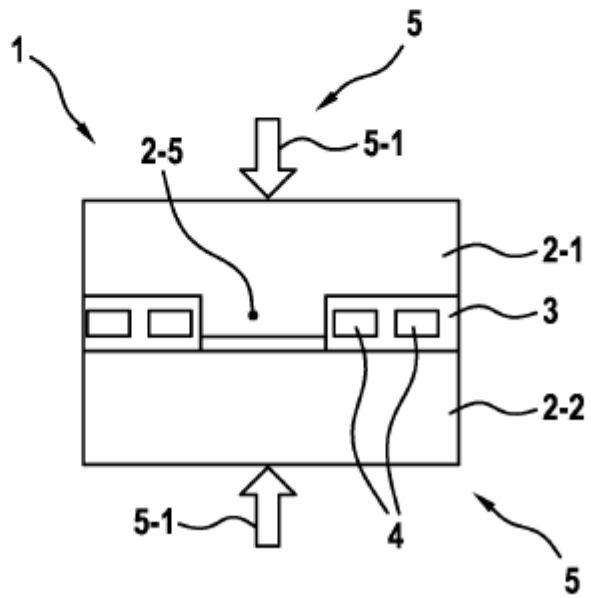


Fig. 7



**Fig. 8**

