

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 543**

51 Int. Cl.:

**H01M 2/26** (2006.01)

**H01M 2/30** (2006.01)

**H01M 4/38** (2006.01)

**H01M 4/66** (2006.01)

**H01M 4/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2012 PCT/GB2012/051633**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO2013088115**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2012 E 12738163 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2791998**

54 Título: **Conexión de contactos a electrodos a base de litio**

30 Prioridad:

**15.12.2011 EP 11193678**  
**02.05.2012 US 201261641612 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.05.2017**

73 Titular/es:

**OXIS ENERGY LIMITED (100.0%)**  
**E1 Culham Science Centre**  
**Abingdon, Oxfordshire OX14 3DB, GB**

72 Inventor/es:

**LILLEY, SCOTT JOSEPH;**  
**IVANOV, GLEB;**  
**KOLOSNITSYN, VLADIMIR y**  
**SZCZERBA, MAREK JOZEF**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 613 543 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

Conexión de contactos a electrodos a base de litio

5 La presente invención se refiere a la conexión de un electrodo o electrodos de láminas de litio o de aleaciones de litio a un contacto, para promover buenos contactos eléctricos y mecánicos entre los mismos.

Antecedentes

10 Se conoce que las baterías primarias y recargables que usan litio metálico como material activo para el electrodo negativo tienen la energía más alta por unidad de peso. En tales baterías, el electrodo negativo, o ánodo, puede ser un componente de hoja de litio o de aleación de litio que tiene un potencial negativo. El electrodo negativo puede además incluir un colector de corriente y una lengüeta de contacto.

15 Un colector de corriente es una hoja, lámina o malla metálica conductora eléctrica que se usa generalmente para proporcionar una trayectoria a los electrones del circuito eléctrico externo hacia la porción electroquímicamente activa de la batería. Un colector de corriente incluirá típicamente una lengüeta de contacto.

20 Una lengüeta de contacto es típicamente una porción de hoja metálica para el colector de corriente, la cual no toma parte en el proceso electroquímico. Puede extenderse desde un borde del cuerpo principal del colector de corriente y se usa para formar la base mecánica para una soldadura a un contacto.

25 Un contacto es una pieza de material metálico conductor eléctrico usado para formar un contacto eléctrico desde la lengüeta de contacto a través de un contenedor de batería herméticamente sellado al circuito eléctrico externo. Este se suelda típicamente (en celdas donde no se usa el litio metálico) o se conecta mecánicamente a la lengüeta de contacto.

30 El contacto debe conectarse o unirse al litio de tal manera que se forme una conexión de baja resistencia eléctrica. Además, la conexión o unión deben ser mecánicamente lo suficientemente fuertes para la vida útil esperada de la batería.

35 Los colectores actuales en las baterías primarias de litio están compuestos típicamente de un conductor metálico distinto del litio. El contacto puede exponerse al electrolito en una zona electroquímicamente activa de la batería. Esto generalmente no es un problema en las baterías primarias; sin embargo puede provocar problemas en las baterías recargables (o secundarias). En las baterías secundarias, el litio debe depositarse electroquímicamente cuando la batería se recarga. Con el fin de proporcionar una buena reproducibilidad del rendimiento, cuando la batería se recarga repetidamente, se usa un exceso de litio de manera que el litio solo se deposita en el litio. Si el contacto o el colector de corriente se dejan expuestos, luego el litio se cromará sobre un sustrato que no es litio. Esto aumenta en gran medida la probabilidad de la deposición de litio no predicha y de este modo un pobre rendimiento del ciclo. Esto típicamente toma la forma de la formación de dendrita activa que resulta en la rápida degradación del sistema de litio recargable. Ejemplos de tales mecanismos de fallo se describen en el documento US5368958, cuya descripción total se incorpora en la presente solicitud como referencia.

45 En una batería secundaria con un ánodo a base de litio, el litio se conecta típicamente al circuito externo mediante uno de dos métodos. Incluso se usa un contacto de diseño similar al descrito para las baterías de litio primarias; como en el documento US7335440, cuya descripción completa se incorpora en la presente solicitud como referencia. El documento US7335440 describe la provisión de un colector de corriente en la forma de una pieza plana, sólida, de titanio, níquel, cobre o una aleación de níquel o cobre. El colector de corriente está provisto con una lengüeta de contacto. Una tira relativamente larga de hoja de metal alcalino, que tiene un ancho similar a la altura del colector de corriente, se coloca bajo el colector de corriente y los dos se presionan entre sí. Debe notarse que, siguiendo el conjunto de baterías, el colector de corriente (el cual no se fabrica de metal alcalino) se sumerge en electrolito. Además, el documento US7335440 especifica que este arreglo tiene problemas en las celdas enrolladas, limitadas por el ánodo del tipo descrito en el mismo dado que existe un potencial de que se forme un cortocircuito entre el material del cátodo y el colector del ánodo actual cuando la capa fina de litio se ha agotado sustancialmente en el cátodo en el enrollado más exterior.

55 Una variación de este método usa la cubierta de la celda metálica para el doble propósito de recoger corriente del litio, como en el documento US7108942, cuya descripción completa se incorpora en la presente solicitud como referencia. Adicionalmente, la cara inversa del electrodo de litio puede presionarse o enrollarse contra un colector metálico de corriente delgado, como en el documento US5368958, cuya descripción completa se incorpora en la presente solicitud como referencia. El colector de corriente puede luego soldarse a un contacto metálico. Sin embargo, si el colector de corriente se expone al electrolito, existe un riesgo de que el litio se enchape sobre el colector de corriente que no es de litio con la formación posible de dendritas que puedan hacer cortocircuito en la batería. El colector de metal actual adiciona además una masa innecesaria a la batería y reduce su energía específica.

65 En todos los ejemplos descritos anteriormente, el litio metálico se coloca o se presiona meramente en contacto con el colector de corriente; no existe unión física o química. Esto puede ser aceptable para las baterías primarias. Sin embargo, para las baterías de litio recargables metálicas tal contacto no es fiable. De hecho debido al carácter reactivo

del litio metálico, las capas de corrosión pueden formarse fácilmente sobre la interfaz de la conexión mecánica entre el litio y el colector de corriente. Esto puede resultar en una fiabilidad baja de la batería así como también en una degradación más rápida de la capacidad y ciclo de vida de las baterías metálicas recargables de litio.

## 5 Breve resumen de la descripción

Visto desde un aspecto, se proporciona un método para conectar una pila de electrodos a un contacto, en donde cada electrodo comprende una lámina de litio o de aleación de litio formada con una lengüeta que proporciona una zona de contacto que sobresale de cada lámina en sustancialmente la misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alinean sustancialmente cuando los electrodos se alinean entre sí y se disponen como una pila de electrodos, y en donde el contacto comprende un conductor eléctrico con una porción de extremo, el método que comprende las etapas de:

15 i) posicionar la porción de extremo del contacto a) en la parte superior de las lengüetas de la pila de electrodos b) debajo de las lengüetas de la pila de electrodos, o c) en una posición intermedia entre la parte superior y la parte inferior de la pila de electrodos, y

20 ii) soldar de manera ultrasónica la zona de contacto a la porción de extremo con el fin de unir un electrodo al contacto y formar una soldadura de litio a litio o de aleación de litio a aleación de litio entre al menos dos lengüetas de la pila de electrodos.

25 Preferentemente, toda la lámina u hoja se forma de litio. El metal de litio y las aleaciones de litio se emplean dado que estos tienden a ser útiles como materiales del ánodo en las baterías secundarias, y son además suaves y maleables, lo que permite que se establezca una buena conexión con la porción de extremo del contacto cuando se lleva a cabo la etapa de soldadura.

30 La zona de contacto se proporciona sobre una lengüeta que sobresale del borde de la hoja o lámina. En una modalidad preferida, la lengüeta proporciona el único punto de contacto entre la lámina u hoja y la porción de extremo del contacto. En consecuencia, la lámina u hoja del electrodo puede incluir una región para el contacto con el electrolito que no está en contacto directo con la porción de extremo del contacto. La soldadura ultrasónica se proporciona preferentemente en una región que no está en contacto con ningún electrolito en la celda o batería electroquímica.

35 Preferentemente, no existe ningún colector de corriente en contacto directo con la región para el contacto con el electrolito. De hecho, el electrodo puede estar desprovisto completamente de un colector de corriente.

Preferentemente, la porción de extremo se forma por ejemplo, de cobre y/o níquel.

40 Sin desear unirse a una teoría, la etapa de soldadura ultrasónica pretende provocar que el metal de la lengüeta y/o la porción de extremo se fundan o ablanden, lo que permite que la lengüeta y la porción de extremo se suelden entre sí bajo la presión aplicada. Las vibraciones acústicas ultrasónicas pueden además eliminar o dispersar al menos parte de la capa de óxido de metal alcalino formada sobre la lengüeta, que facilita la formación de la unión. Una ventaja de la presente invención es que la fusión o ablandamiento puedan confinarse al área de la unión o soldadura, permitiendo que se forme una unión fuerte sobre un área relativamente pequeña. El área de la soldadura puede ser menor que 50 %, preferentemente menor que 30 %, con mayor preferencia menor que 20 %, aún con mayor preferencia, menor que 10 % (por ejemplo 1 - 5 %) del área de la lámina u hoja.

45 Preferentemente, la etapa de soldadura ultrasónica se lleva a cabo a frecuencias de 15 a 70 kHz, con mayor preferencia de 20 a 60 kHz, aún con mayor preferencia de 20 a 40 kHz, por ejemplo, aproximadamente 40 kHz. La etapa de soldadura ultrasónica puede llevarse a cabo a una presión máxima de 0.4 MPa, preferentemente 0.1 a 0.4 MPa, por ejemplo, 0.2 MPa.

50 La etapa de soldadura ultrasónica puede llevarse a cabo a una potencia de 100 a 5000 Watts. Pueden usarse amplitudes de 2 a 30  $\mu\text{m}$ .

55 En una modalidad, la etapa de soldadura ultrasónica se lleva a cabo mediante el uso de un aparato que comprende una primera porción de sujeción y una segunda porción de sujeción. La primera porción de sujeción y la segunda porción de sujeción son móviles entre sí desde una primera posición separada a una segunda posición en la cual la primera y la segunda porción de sujeción están más cercanas entre sí. Preferentemente, solamente la segunda porción de sujeción es móvil; la posición de la primera porción de sujeción es fija.

60 La primera porción de sujeción actúa como un soporte para que los materiales se suelden. La segunda porción de sujeción se configura para vibrar a una frecuencia ultrasónica. Para realizar la etapa de soldadura, la porción de extremo del contacto se coloca en contacto con la zona de contacto del al menos un electrodo de manera que exista un solapamiento entre la porción de extremo y la zona de contacto. La estructura de solapamiento se coloca luego entre la primera y la segunda porciones de sujeción, preferentemente en la parte superior de la primera porción de sujeción. Opcionalmente, una plantilla de posicionamiento puede usarse para soportar la estructura de solapamiento en posición. La segunda porción de sujeción se mueve luego con relación a la primera porción de sujeción para aplicar una presión

- de sujeción entre los materiales que se sueldan. La segunda porción de sujeción vibra luego a la frecuencia ultrasónica. Esta preconforma y frota el electrodo y la porción de extremo del contacto entre sí para preparar las superficies para la formación de una unión. La amplitud de las vibraciones ultrasónicas juega un papel importante para preconformar y preparar las partes relevantes para la formación de la soldadura. La primera porción de sujeción se sostiene típicamente en una posición fija mientras que la segunda porción de sujeción vibra. La zona de contacto del electrodo y la porción de extremo de la zona de contacto se sueldan luego entre sí en la fase de soldadura principal.
- La porción de extremo del contacto puede ser sustancialmente plana, o puede tomar otras formas o configuraciones que dependen, por ejemplo, de la forma o configuración del equipamiento de soldadura que se usa.
- Como se describió anteriormente se proporciona una pluralidad de electrodos, cada uno comprende una lámina u hoja con una lengüeta (que define una zona de contacto) que sobresale de cada lámina sustancialmente en la misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alinean sustancialmente cuando los electrodos se alinean entre sí y se disponen como una pila de electrodo. Para evitar dudas, la lengüeta que define la zona de contacto se forma de litio o de una aleación de litio.
- La porción de extremo del contacto puede colocarse en la parte superior de las lengüetas de la pila de electrodos, debajo de las lengüetas de la pila de electrodos, o en una posición intermedia entre la parte superior e inferior (es decir con al menos una lengüeta encima y al menos una lengüeta debajo). Las lengüetas de la pila de electrodos pueden presionarse entre sí antes que la porción de extremo se coloque en la parte superior o debajo de las lengüetas comprimidas y se realice la soldadura ultrasónica.
- La etapa de soldadura provoca que las lengüetas se unan entre sí físicamente. La etapa de soldadura ultrasónica provoca que las lengüetas (zona de contactos) de al menos dos láminas u hojas formadas de un metal alcalino o de una aleación de un metal alcalino se suelden entre sí. La etapa de soldadura ultrasónica crea, por ejemplo, una soldadura litio a litio adicional a una soldadura entre litio y la porción de extremo del contacto.
- La porción de extremo del contacto puede ser plana y desprovista de agujeros pasantes. Alternativamente, la porción de extremo puede perforarse opcionalmente, golpearse o tener una forma similar a una malla o reticulada. Cuando tales agujeros pasantes están presentes, es importante que el metal de las lengüetas sea suficientemente maleable para permitir que este pase a través de los agujeros pasantes para provocar que la porción de extremo se incorpore en lo que preferentemente es una única fase del primer metal. Esto forma un contacto íntimo entre los metales de la porción de extremo del contacto y la zona de contacto del electrodo, y de este modo entre el contacto y el electrodo.
- Cuando la porción de extremo tiene agujeros pasantes, la amplitud de la porción de extremo puede definirse como la relación del área abierta con respecto a toda el área superficial de la porción de extremo. La amplitud de la porción de extremo del contacto puede estar en el intervalo de 5 % a 95 %, preferentemente 20 % a 90 %, por ejemplo, 50 % a 80 %.
- El conductor eléctrico del contacto puede él mismo ser generalmente plano, por ejemplo en la forma de una cinta, aunque pueden ser útiles otros perfiles. El plomo conductor eléctrico puede fabricarse del mismo metal que la porción de extremo, o de un metal diferente.
- De esta manera, es posible formar una conexión fiable con un contacto fabricado de un metal diferente al metal del electrodo. Se entenderá que el contacto, el cual se expone generalmente fuera de la cubierta de la batería, debe fabricarse de un metal que tenga buena conductividad eléctrica pero que no sea altamente reactivo cuando se expone al aire o a la humedad. Los metales adecuados incluyen níquel, cobre, acero inoxidable o varias aleaciones.
- Además, el metal del contacto, dado que este se conecta solamente a las lengüetas sobresalientes de los electrodos, es conveniente que no se exponga directamente al electrolito cuando se ensambla la batería.
- Una ventaja adicional es que puede lograrse una buena conexión al al menos un electrodo sin necesidad de que el electrodo se forme o se disponga completamente sobre un colector de corriente fabricado de un metal diferente al metal usado en la lámina o en la hoja del electrodo. En otras palabras, la parte principal del electrodo que se expone al electrolito consiste solamente en el primer metal (por ejemplo litio o una aleación de litio), sin necesidad de un colector de cobre o níquel u otro colector de corriente que pudiera añadir peso innecesario y actuar como un sustrato para la formación de dendritas durante el ciclo.
- Además, es importante que el metal del contacto se seleccione de manera que no forme una aleación con el metal del electrodo. Esto es para evitar la reducción de la cantidad del primer metal disponible para el sistema electroquímico de la batería. Por ejemplo, el litio formará una aleación con aluminio, pero no con níquel o cobre.
- De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona una batería de sulfuro de litio que comprende una pila de electrodos hacia un contacto, en donde cada electrodo comprende una lámina de litio o de aleación de litio formada con una lengüeta que proporciona una zona de contacto que sobresale de cada lámina en sustancialmente la

misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alinean sustancialmente, y en donde el contacto comprende un conductor eléctrico con una porción de extremo, en el cual:

- 5 i) la porción de extremo del contacto se posiciona a) en la parte superior de las lengüetas de la pila de electrodos, b) debajo de las lengüetas de la pila de electrodos, o c) en una posición intermedia entre la parte superior y la parte inferior de la pila de electrodos, y
- 10 ii) un electrodo se suelda de manera ultrasónica y se une directamente al contacto, y al menos dos lengüetas de la pila de electrodos se sueldan de manera ultrasónica y se unen directamente entre sí por una soldadura de litio a litio o de aleación de litio a aleación de litio.

15 El dispositivo comprende al menos dos electrodos que comprenden una lámina u hoja que tiene una zona de contacto formada de un metal alcalino o de una aleación de un metal alcalino, y en donde al menos una porción de dicha zona de contacto se suelda de manera ultrasónica entre sí. Por tanto, por ejemplo cuando la zona de contacto se forma de litio o de una aleación de litio, se forma una soldadura ultrasónica entre litio/aleación de litio y litio/aleación de litio.

20 Al menos dos electrodos se alinean entre sí y se disponen como una pila de electrodos. La porción de extremo del contacto puede colocarse en la parte superior o debajo de la pila de electrodos, de manera que la porción de extremo solapa y se suelda de manera ultrasónica a la zona de contacto del al menos un electrodo. Alternativamente, la porción de extremo del contacto puede colocarse en una posición intermedia entre la parte superior y la parte inferior de la pila de electrodos. En la última modalidad, las zonas de contacto en cada lado de la porción de extremo pueden estar además preferentemente soldadas entre sí de manera ultrasónica. En consecuencia, puede formarse además una soldadura ultrasónica de aleación de metal alcalino/metal alcalino a una aleación de metal alcalino/metal alcalino.

25 La porción de extremo del contacto puede ser sustancialmente plana, o puede tomar otras formas o configuraciones en dependencia, por ejemplo, de la forma o de la configuración de cualquier equipamiento de soldadura usado.

30 Como se detalló anteriormente, puede proporcionarse una pluralidad de electrodos, cada uno comprende una lámina u hoja de metal con una lengüeta que sobresale de cada lámina en sustancialmente la misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alinean sustancialmente cuando los electrodos se alinean entre sí y se disponen como una pila de electrodos.

35 En modalidades donde se perfora la porción de extremo del contacto, la porción de extremo del contacto puede colocarse en la parte superior de las lengüetas de la pila de electrodos, debajo de las lengüetas de la pila de electrodos, o en una posición intermedia entre la parte superior y la parte inferior (es decir con al menos una lengüeta encima y al menos una lengüeta debajo). Las lengüetas y la porción de extremo perforada se presionan después entre sí y el primer metal (de las lengüetas) se provoca para penetrar a través de los agujeros en la porción de extremo plana perforada (fabricada del segundo metal) del contacto. Alternativamente, las lengüetas de la pila de electrodos pueden presionarse entre sí antes que la porción de extremo perforada se coloque en la parte superior o debajo de las lengüetas comprimidas y se realice la penetración de la etapa ii).

40 En modalidades donde se proporciona una pila de electrodos, la etapa de prensado y de soldadura provoca que las lengüetas se unan físicamente entre sí así como también que penetren en los agujeros pasantes del contacto. Preferentemente, la etapa de soldadura es una etapa de soldadura ultrasónica. Esta etapa de soldadura preferentemente provoca que las lengüetas de al menos dos láminas u hojas (preferentemente formadas de un metal alcalino o una aleación de un metal alcalino) se suelden entre sí. En una modalidad preferida, la etapa de soldadura ultrasónica crea, por ejemplo, una soldadura de litio a litio entre al menos dos lengüetas de litio adicional a una soldadura entre al menos una lengüeta de litio y la porción de extremo del contacto.

45 Los metales particularmente preferidos para el primer metal son litio y aleaciones de litio, dado que estos tienden a ser útiles como materiales del ánodo en baterías secundarias, y son además suaves y maleables, lo cual permite que se logre una buena conexión con la porción de extremo del contacto perforada cuando se realiza la etapa de soldadura y de prensado.

50 La porción de extremo del contacto puede perforarse, golpearse o tener una forma reticulada o similar a una malla. Lo importante es que cuando el primer metal de las lengüetas es suficientemente maleable este puede pasar a través de los agujeros pasantes con el fin de provocar que el segundo metal de la porción de extremo se incorpore en lo que preferentemente es una única fase del primer metal. Esto forma un contacto íntimo entre el primer y segundo metal, y por tanto entre el contacto y los electrodos.

55 Mientras mayor sea la amplitud o el área superficial de la porción de extremo del contacto, mejor será la conexión eléctrica (y física) entre el contacto y los electrodos. La amplitud de la porción de extremo puede definirse como la relación del área abierta con respecto al área superficial total de la porción de extremo. La amplitud de la porción de extremo del contacto puede estar en el intervalo de 5 % a 95 %.

60 El conductor eléctrico del contacto puede ser generalmente plano, por ejemplo en la forma de un lazo, aunque otros

perfiles pueden ser útiles. El conductor eléctrico puede fabricarse del mismo metal que el segundo metal que forma la porción de extremo, o de un metal diferente.

5 De esta manera, es posible formar una conexión fiable con un contacto fabricado de un metal distinto al metal del electrodo. Se entenderá que el contacto, el cual se expondrá generalmente fuera de la cubierta de la batería, debe fabricarse de un metal que tenga buena conductividad eléctrica pero que no sea altamente reactivo cuando se expone al aire o a la humedad. Los metales adecuados incluyen níquel, cobre, acero inoxidable o varias aleaciones.

10 Además, el metal del contacto, dado que este se conecta solamente a las lengüetas sobresalientes de los electrodos, no se expone directamente al electrolito cuando la batería se ensambla.

15 Una ventaja adicional es que puede lograrse una buena conexión al menos un electrodo sin necesidad de que se forme el electrodo como un todo o que se disponga sobre un colector de corriente fabricado de un metal distinto al primer metal. En otras palabras, la parte principal del electrodo que se expone al electrolito consiste solamente en el primer metal (por ejemplo litio o una aleación de litio), sin necesidad de un colector de cobre o níquel u otro colector de corriente que añadiría peso innecesario y actuaría como un sustrato para la formación de dendritas durante el ciclo.

20 Además, es importante que el segundo metal (del contacto) se seleccione de manera que no forme una aleación con el primer metal (del electrodo). Esto es para evitar la reducción de la cantidad del primer metal que está disponible para el sistema electroquímico de la batería. Por ejemplo, el litio formará una aleación con aluminio, pero no con níquel o cobre.

25 En ciertas modalidades, el electrodo se configura como un ánodo, o electrodo negativo, para una batería. Sin embargo, se apreciará que el método puede aplicarse además a los cátodos, o electrodos positivos, donde estos se fabrican de un metal que es adecuado para prensar y soldarse a un segundo metal perforado como se describió.

Las modalidades de la presente invención buscan proporcionar un electrodo negativo (ánodo) que elimina la necesidad del colector de corriente, y un método para formar un contacto físico fiable entre diferentes piezas de litio metálico y el contacto, para promover de este modo un buen contacto eléctrico entre el litio metálico y el material del contacto.

30 En modalidades preferidas, se usa un exceso de litio metálico de manera que al final de la vida útil de la batería exista una cantidad sustancial de litio metálico el cual sirve como el colector de corriente para el electrodo negativo. El uso del litio como el colector de corriente elimina el contacto mecánico entre el litio metálico y otro material del colector de corriente.

35 En algunas modalidades, puede proporcionarse una pluralidad de electrodos, cada uno comprende una lámina u hoja del primer metal con una lengüeta que sobresale de cada lámina en sustancialmente la misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alineen sustancialmente cuando los electrodos se alinean entre sí y se disponen como una pila de electrodo.

40 El metal de litio del electrodo negativo en la región de las lengüetas puede formar una única conexión de fase desde el electrodo de litio al electrodo de litio en la pila de electrodo. Tal conexión se logra al usar el prensado y la soldadura como se describe a continuación.

45 El contacto, o al menos su porción de extremo, puede ser delgada (por ejemplo, con un grosor de 5 a  $80\mu\text{m}$ , o puede ser grueso (por ejemplo, con un grosor de 50 a  $10,000\mu\text{m}$ )

El contacto puede ser sustancialmente lineal, o puede tener una configuración en forma de T o de 'L'.

50 La lámina u hoja del electrodo puede tener un grosor de 30 a  $150\mu\text{m}$ , por ejemplo, 50 a  $100\mu\text{m}$  antes de la etapa de soldadura o de unión.

55 La porción de extremo del contacto puede ser una parte integral del contacto (en otras palabras, formado del mismo material que el resto del contacto e integral con el mismo), o puede ser un componente metálico separado, no necesariamente del mismo material que el resto del contacto, y la soldadura del mismo (por ejemplo mediante soldadura ultrasónica, soldadura por contacto térmico, soldadura láser, soldadura por inducción u otros tipos de soldadura).

60 Los electrodos descritos anteriormente pueden usarse en una celda de baterías o electroquímicas, preferentemente en una celda de litio, tal como una celda de litio-sulfuro. Los electrodos pueden usarse como el ánodo de tales celdas. En una modalidad, la celda comprende i) electrodos como los ánodos como se describió anteriormente, y ii) cátodos, tales como los cátodos que comprenden sulfuro como un material activo. Los ánodos y cátodos pueden colocarse en contacto con un electrolito líquido que comprende una sal de litio disuelta en un solvente orgánico aprótico. Un separador puede posicionarse entre el ánodo y el cátodo. El electrolito puede sellarse dentro de un contenedor para evitar que escape. Preferentemente, el sello evita además que el metal alcalino de la lámina o la hoja se expongan al ambiente que lo rodea. Por tanto, la soldadura entre la zona de contacto o la lengüeta y la porción de extremo del contacto se localiza preferentemente dentro del contenedor, mientras al menos una porción del plomo conductor se accede desde fuera del contenedor sellado.

65

## Breve descripción de los dibujos

5 Las modalidades de la invención se describen aún más a continuación con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

Las Figuras 1a a 1c muestran una pila de batería con ánodos, cátodos y lengüetas, y tres posicionamientos alternativos para un contacto;

Las Figuras 2a a 2e muestran los diseños posibles para el contacto;

10 La Figura 3 muestra el contacto que se suelda de manera ultrasónica a las lengüetas; y

Las Figuras 4a a 4d muestran un aparato adecuado para su uso en la formación de una soldadura ultrasónica en uso.

## Descripción detallada

15 Una batería puede formarse por una pila alternativa de numerosos cátodos y ánodos. Cada una de estas capas se divide por un separador. Una trayectoria iónica se mantiene por la presencia, entre cada electrodo, de un electrolito. Cada electrodo 1 caracteriza una lengüeta 2 que sobresale de su área electroquímicamente activa y más allá del borde del separador. Estas lengüetas 2 proporcionan la primera superficie a través de la cual la pila 3 con ánodos de litio se soldará y se unirá a un contacto 4. Las lengüetas 2 se pliegan primero y/o se forman por prensado. Un contacto 4 se  
20 posiciona luego en la parte superior (Figura 1a) o en la parte inferior (Figura 1b) de la pila 5 de las lengüetas 2, o puede posicionarse entre cualquiera de dos lengüetas de litio 2 (Figura 1c).

25 Los contactos 4 pueden tomar un número de formas (Figuras 2a a 2e). El cuerpo 6 está compuesto de una cinta de metal conductor, típicamente níquel, cobre, acero inoxidable o algún compuesto conductor. La porción de extremo 7 (el área que se suelda) puede perforarse, encajarse o golpearse. Alternativamente, la porción de extremo 7 puede estar desprovista de cualquier agujero pasante (no se muestra). La porción de extremo 7 puede ser una parte integral de la cinta de metal 6, o puede ser una pieza separada soldada a la cinta 6. Cuando la porción de extremo 7 es una pieza separada soldada a la cinta 6, esta puede fabricarse de un metal diferente al de la cinta 6. El contacto puede ser lineal, con forma de "T" o de "L". Las perforaciones, cuando están presentes, pueden ser rómbicas, circulares, cuadradas, redondas, poligonales o de cualquier otra forma adecuada.  
30

35 Las lengüetas 2 y el contacto 4 se posicionan luego entre los dos elementos fijos de soldadura 8 de una soldadura ultrasónica (Figura 3). La soldadura ultrasónica aplica luego simultáneamente presión y una onda ultrasónica al área de soldadura. Esto provoca que las numerosas capas de litio 2 se fundan entre sí para formar una soldadura de litio-litio. Además, cuando el contacto 4 incluye agujeros pasantes, el litio suavizado se percola a través del área perforada o  
40 mallada 7 del contacto 4. El contacto 4 se une luego al litio 2 dado que la malla 7 se rodea de manera íntima por el litio. El alto contacto del área superficial entre la malla 7 del contacto 4 y el electrodo de litio 1 produce una baja resistencia y un contacto eléctrico mecánicamente fuerte. Cuando la onda ultrasónica cesa y la presión se libera, el contacto 4 se unirá a los ánodos de litio 1.

45 Las Figuras 4a a 4e describen un aparato que puede usarse para formar una soldadura ultrasónica. El aparato comprende una primera porción de sujeción 12 y una segunda porción de sujeción 14 que son móviles desde una primera posición separada hasta una segunda posición donde las porciones 12, 14 están más cerca entre sí. El aparato incluye además una plantilla de posicionamiento 16 para soportar las partes 18 que se sueldan en posición. La segunda porción de sujeción 14 se configura para vibrar a frecuencias ultrasónicas.

50 Como mejor se observa en la Figura 4a, las partes 18 que se sueldan se colocan en la parte superior de la primera porción de sujeción 12 mientras que las porciones de sujeción están en su primera posición separada. La segunda porción de sujeción 14 se mueve luego relativamente hacia la primera porción de sujeción 12 para aplicar una presión de sujeción entre las partes 18 que se sueldan. La segunda porción de sujeción 14 vibra luego a la frecuencia ultrasónica (Figura 4b). Esta preconforma y frota las partes 18 entre sí, de manera que sus superficies se preparan para la formación de la soldadura. En la fase de soldadura principal, las partes 18 se unen entre sí (ver la Figura 4c). La primera y segunda porciones de sujeción 12, 14 se separan luego para permitir que las partes de soldadura 18 se  
55 desmonten del aparato (ver la Figura 4d).

## Ejemplo 1

60 Se usó un contacto de níquel lineal, compuesto por una cinta de níquel de 50  $\mu\text{m}$  de grosor. Los 5 mm más al extremo del contacto se expandieron para formar una malla. Se ensambló una batería con 60 ánodos de litio, cada uno de 78  $\mu\text{m}$  de grosor. Una pila de lengüetas de contactos de litio sobresale de la batería. Las lengüetas de contactos de litio se formaron y se recortaron para producir un área de soldadura plana y para asegurar que cada una de las lengüetas, a pesar de su posición, en la pila usó la mínima cantidad de litio. La pila formada de lengüetas de litio se posicionó luego entre los elementos fijos de soldadura de un soldador ultrasónico. El contacto se posicionó luego en la parte superior de la pila de lengüetas de litio, de manera que la región mallada se solapa con la zona de soldadura de litio plana. Las  
65 condiciones de soldadura listadas en la Tabla 1 se introdujeron luego en una soldadura ultrasónica en un AmTech 900B 40kHz. Luego se realizó una única soldadura. Las 60 capas de litio se soldaron firmemente entre sí. Se produjo una

fuerte unión entre el litio y el contacto. Esta unión se creó por el litio suavizado que penetra a través de la malla del contacto.

5

Energía/J	Amplitud/ $\mu\text{m}$	Presión de disparo/Psi	Presión/Psi
180	5	20	20

Tabla 1 - Configuración del soldador usada en el ejemplo 1

10

Ejemplo 2

15

Un contacto en forma de "T" se fabricó mediante la soldadura de una pieza de cinta de níquel (50  $\mu\text{m}$  de grosor) a una pieza de malla de cobre. La abertura de la malla fue de aproximadamente 200x700  $\mu\text{m}$ , con un ancho de la barra de 100  $\mu\text{m}$ . La longitud de la malla era tres veces el ancho de la cinta de níquel. La malla tenía 5 mm de ancho; igual que la zona de soldadura. La malla se posiciona centralmente para formar la cruz de la "T" y se suelda en posición por una soldadura ultrasónica mediante el uso de las condiciones dadas en la Tabla 2, soldadura A. El contacto se posicionó entre los elementos fijos de soldadura de una soldadura ultrasónica de manera que la región mallada cae en la zona de soldadura.

20

Se ensambló una batería con 20 ánodos de litio, cada una de un grosor de 78  $\mu\text{m}$ . Una pila de lengüetas de contactos de litio sobresale de la batería. La pila de lengüetas de contactos de litio se forma y se recorta para producir un área de soldadura plana y para asegurar que cada lengüeta de contacto, a pesar de su posición, en la pila usó la mínima cantidad de litio.

25

La pila de lengüetas de contactos de litio se posicionó luego en la parte superior del contacto, entre los elementos fijos de soldadura de una soldadura ultrasónica. Los "brazos" de la malla de cobre del contacto con forma de "T" se plegaron luego alrededor de la pila de lengüetas de contactos de litio. Las condiciones de soldadura listadas en la Tabla 2, la soldadura B se introdujeron luego en un soldador ultrasónico AmTech 900B 40kHz. Una única soldadura se realizó luego. Las 20 capas de litio se soldaron firmemente entre sí. Una fuerte unión se produjo entre el litio y el contacto. Esta unión se creó por el litio suavizado que penetra a través de la malla del contacto.

30

35

Soldadura	Energía/J	Amplitud/ $\mu\text{m}$	Presión de disparo/Psi	Presión/Psi
A	70	80	80	5
B	10	5	20	20

Tabla 2 - Configuraciones del soldador usadas en el Ejemplo 2

40

Ejemplo 3

45

Un contacto con forma de "L" se fabricó por grabado fotoquímico a partir de una lámina de grosor de 100  $\mu\text{m}$  de acero inoxidable. La sección vertical de la "L" es una hoja continua de acero. La base de la "L" se grabó con un patrón de malla. La abertura de la malla era 500x500  $\mu\text{m}$  y el ancho de la barra era 100  $\mu\text{m}$ . La base de la "L" era dos veces el ancho de la sección vertical. El ancho de la sección base era de 5 mm, el mismo que la zona de soldadura.

50

Se ensambló una batería con 20 ánodos de litio, cada uno de 78  $\mu\text{m}$  de grosor. Una pila de lengüetas de contacto de litio sobresalió de la batería. El contacto se posicionó entre la cara superior hacia la lengüeta de contacto de litio inferior y la cara inferior del resto de la pila. El resto de la pila de las lengüetas de contactos de litio se presionó hacia abajo sobre la región mallada del contacto. La sección mallada sobresaliente del contacto se plegó sobre la pila de las lengüetas de contacto. El conjunto de contactos se posicionó entre los elementos fijos de soldadura de un soldador ultrasónico de manera que las regiones malladas caen en la zona de soldadura.

55

Las condiciones de soldadura listadas en la Tabla 3 se introdujeron luego en un soldador ultrasónico AmTech 900B 40kHz. Se realizó luego una única soldadura. Las 20 capas de litio se soldaron firmemente entre sí. Se produjo una fuerte unión entre el litio y el contacto. Esta unión se creó por el litio suavizado que penetra a través de la malla del contacto.

60

Energía/J	Amplitud/ $\mu\text{m}$	Presión de disparo/Psi	Presión/Psi
40	5	20	20

Tabla 3 - Configuraciones del soldador usadas en el Ejemplo 3

65



Ejemplo 4 (níquel)

Un contacto con forma cuadrada se fabricó al cortar una pieza de hoja plana de níquel (grosor de 100 µm). El contacto se posicionó entre los elementos fijos de soldadura de un soldador ultrasónico de manera que la zona de soldadura esté a 1 mm del borde de la lengüeta. La zona de soldadura era un rectángulo (20 x 6 mm).

Se ensambló una batería con 9 ánodos de litio, cada uno de 100 µm de grosor. Una pila de lengüetas de contactos de litio sobresalió de la batería. La pila de lengüetas de contactos de litio se formó y se recortó para producir un área de soldadura plana y para asegurar que cada lengüeta de contacto, a pesar de su posición, en la pila use la cantidad mínima de litio. Los bordes recortados de las lengüetas de litio completamente cubrieron la zona de soldadura en la hoja de níquel.

La pila de lengüetas de contactos de litio se posicionó luego en la parte superior del contacto, entre los elementos fijos de soldadura de un soldador ultrasónico. Las condiciones de soldadura se listan en la Tabla 4. El soldador es un soldador ultrasónico NewPower Ultrasonic Electronic Equipment CO., LTD 40kHz. Se realizó una única soldadura. Las 9 capas de litio se soldaron firmemente entre sí. Se produjo una fuerte unión entre el contacto de litio y de níquel. Esta unión se probó mediante un procedimiento de prueba de exfoliación.

Frecuencia	40 kHz
Sector de Tiempo de Soldadura:	
Demora	0.15 s
Soldadura	0.18 s
Despegue	0.20 s
Amplitud	50 % (de 10µm)
Presión	0.21 MPa
Potencia	350 W
Energía	350 J

Tabla 4

Ejemplo 5 (Cobre)

Un contacto con forma cuadrada se fabricó al cortar una pieza de hoja plana de cobre (100 µm de grosor). El contacto se posicionó entre los elementos fijos de soldadura de un soldador ultrasónico de manera que la zona de soldadura se colocó a 1 mm del borde de la lengüeta. La zona de soldadura era un rectángulo (20 x 6 mm).

Se ensambló una batería con 9 ánodos de litio, cada uno con 100 µm de grosor. Una pila de lengüetas de contacto de litio sobresalió de la batería. La pila de lengüetas de contactos de litio se formó y se recortó para producir un área de soldadura plana y para asegurar que cada lengüeta de contacto, a pesar de su posición, en la pila use la mínima cantidad de litio. Los bordes recortados de las lengüetas de litio cubrieron completamente la zona de soldadura en la hoja de cobre.

La pila de lengüetas de contactos de litio se posicionó luego en la parte superior del contacto, entre los elementos fijos de soldadura de una soldadura ultrasónica. Las condiciones de soldadura se listan en la Tabla 5. El soldador es un soldador ultrasónico NewPower Ultrasonic Electronic Equipment CO., LTD 40 kHz. Luego se realizó una única soldadura. Las 9 capas de litio se soldaron firmemente entre sí. Se produjo una fuerte unión entre el contacto de litio y de cobre. Esta unión se probó mediante un procedimiento de prueba de exfoliación.

## ES 2 613 543 T3

Frecuencia	40 kHz
Sectores del Tiempo de Soldadura:	
Demora	0.15 s
Soldadura	0.16 s
Despegue	0.20 s
Amplitud	50 % (de 10µm)
Presión	0.20 MPa
Potencia	300 W
Energía	300 J

Tabla 5

### Ejemplo 6 (Acero Inoxidable, 316)

Se fabricó un contacto con forma cuadrada al cortar una pieza de hoja plana de acero inoxidable (58 µm de grosor). El contacto se posicionó entre los elementos fijos de soldadura de una soldadura ultrasónica de manera que la zona de soldadura se colocó a 1 mm del borde de la lengüeta. La zona de soldadura era un rectángulo (20 x 6 mm).

Se ensambló una batería con 9 ánodos de litio, cada uno de 100 µm de grosor. Una pila de lengüetas de contactos de litio sobresale de la batería. La pila de las lengüetas de contactos de litio se formó y se recortó para producir un área de soldadura plana y para asegurar que cada lengüeta de contacto, a pesar de su posición, en la pila use la cantidad mínima de litio. Los bordes recortados de las lengüetas de litio recubrieron completamente la zona de soldadura en la hoja de acero inoxidable.

La pila de lengüetas de contactos de litio se posicionó luego en la parte superior del contacto, entre los elementos fijos de soldadura de una soldadura ultrasónica. Las condiciones de soldadura se listan en la Tabla 6, donde se introdujeron luego en el soldador ultrasónico NewPower Ultrasonic Electronic Equipment CO., LTD 40kHz. Luego se realizó una única soldadura. Las 9 capas de litio se soldaron firmemente entre sí. Se produjo una fuerte unión entre el contacto de litio y de acero inoxidable. Esta unión se probó mediante un procedimiento de prueba de exfoliación.

Frecuencia	40 kHz
Sectores de Tiempo de Soldadura:	
Demora	0.15 s
Soldador	0.18 s
Despegue	0.20 s
Amplitud	80 % (de 10 µm)
Presión	0.21 MPa
Energía	350 W
Energía	350 J

Tabla 6

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, los términos "comprende" y "contiene" y sus variaciones, significan "que incluye, pero no se limita a", y no pretenden excluir (y no lo hacen) otras partes, aditivos, componentes, enteros o etapas. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, el singular abarca el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, cuando se usa el artículo indefinido, la descripción debe entenderse como que contempla la pluralidad así como también la singularidad, a menos que el contexto requiera lo contrario.

Los elementos, enteros, características, componentes, partes o grupos químicos descritos junto con un aspecto particular, modalidad o ejemplo de la invención deben entenderse como que pueden aplicarse a cualquier otro aspecto, modalidad o ejemplo descrito en la presente invención a menos que sean incompatibles con el mismo. Todas las características descritas en esta descripción (que incluyen cualquier reivindicación, resumen y figuras adjuntas), y/o todas las etapas de cualquier método o proceso así descrito, pueden combinarse en cualquier combinación, excepto las combinaciones donde al menos algunas de tales características y/o etapas son mutuamente excluyentes. La invención no se limita a los detalles de cualquiera de las modalidades anteriores. La invención se extiende a cualquier característica novedosa, o a cualquier combinación novedosa de estas, descritas en esta descripción (incluidas cualquiera de las reivindicaciones, resumen y figuras adjuntas), o a cualquier etapa novedosa, o combinación novedosa de estas, de cualquier método o procesos descritos.

La atención del lector se dirige a todos los textos y documentos que se presentan de manera concurrente con o previos a esta descripción junto con esta solicitud y que están abiertos a la inspección pública con esta descripción, y los contenidos de todos estos textos y documentos se incorporan en la presente como referencia.

5

## Reivindicaciones

- 5 1. Un método para conectar una pila de electrodos a un contacto, en donde cada electrodo comprende una lámina de litio o de aleación de litio formada con una lengüeta que proporciona una zona de contacto que sobresale de cada lámina en sustancialmente la misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alinean sustancialmente cuando los electrodos se alinean entre sí y se disponen como una pila de electrodos, y en donde el contacto comprende un conductor eléctrico con una porción de extremo, el método que comprende las etapas de:
- 10 i) posicionar la porción de extremo del contacto a) en la parte superior de las lengüetas de la pila de electrodos b) debajo de las lengüetas de la pila de electrodos, o c) en una posición intermedia entre la parte superior y la parte inferior de la pila de electrodos, y
- 15 ii) soldar de manera ultrasónica la zona de contacto a la porción de extremo para unir un electrodo al contacto y para formar una soldadura de litio a litio o de aleación de litio a aleación de litio entre al menos dos lengüetas de la pila de electrodos.
- 20 2. Un método como se reivindica en la reivindicación 1, en donde la porción de extremo del contacto está formada por un metal o aleación de metal que comprende al menos uno de níquel, cobre y acero inoxidable.
- 25 3. Un método como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde la etapa de soldadura ultrasónica se lleva a cabo a una frecuencia de 30 a 50 kHz.
- 30 4. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde la porción de extremo está formada por una lámina de material que incluye una pluralidad de agujeros pasantes o está desprovista de agujeros pasantes.
- 35 5. Un método como se reivindica en la reivindicación 4, en donde la porción de extremo está formada por una lámina plana de material que incluye una pluralidad de agujeros pasantes, en los que el metal de la zona de contacto penetra a través de los agujeros pasantes de la porción de extremo para unir el al menos un electrodo al contacto durante y/o como resultado de la etapa de soldadura ultrasónica.
- 40 6. Un método como se reivindica en la reivindicación 4, en donde la porción de extremo está desprovisto de agujeros pasantes.
- 45 7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la porción de extremo del contacto es una parte integral del contacto, o en donde la porción de extremo del contacto es un componente metálico separado que se une al contacto.
8. Una batería de sulfuro de litio que comprende una pila de electrodos hacia un contacto, en donde cada electrodo comprende una lámina de litio o de aleación de litio formada por una lengüeta que proporciona una zona de contacto que sobresale de cada lámina en sustancialmente la misma localización, de manera que las lengüetas de la pila de electrodos se alinean sustancialmente, y en donde el contacto comprende un conductor eléctrico con una porción de extremo, en donde:
- i) la porción de extremo del contacto se posiciona a) en la parte superior de las lengüetas de la pila de electrodos, b) debajo de las lengüetas de la pila de electrodos, o c) en una posición intermedia entre la parte superior y la parte inferior de la pila de electrodos, y
- ii) un electrodo se suelda de manera ultrasónica y se une directamente al contacto, y al menos dos lengüetas de la pila de electrodos se sueldan de manera ultrasónica y se unen directamente entre sí por una soldadura de litio a litio o de aleación de litio a aleación de litio.

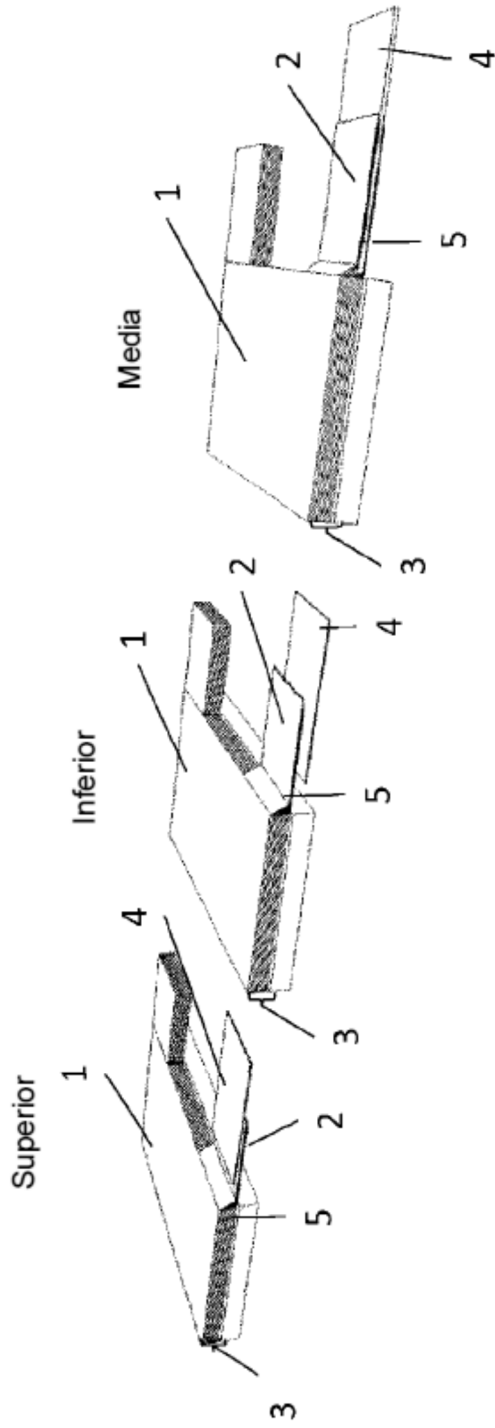


Fig 1a

Fig 1b

Fig 1c

Figura 1

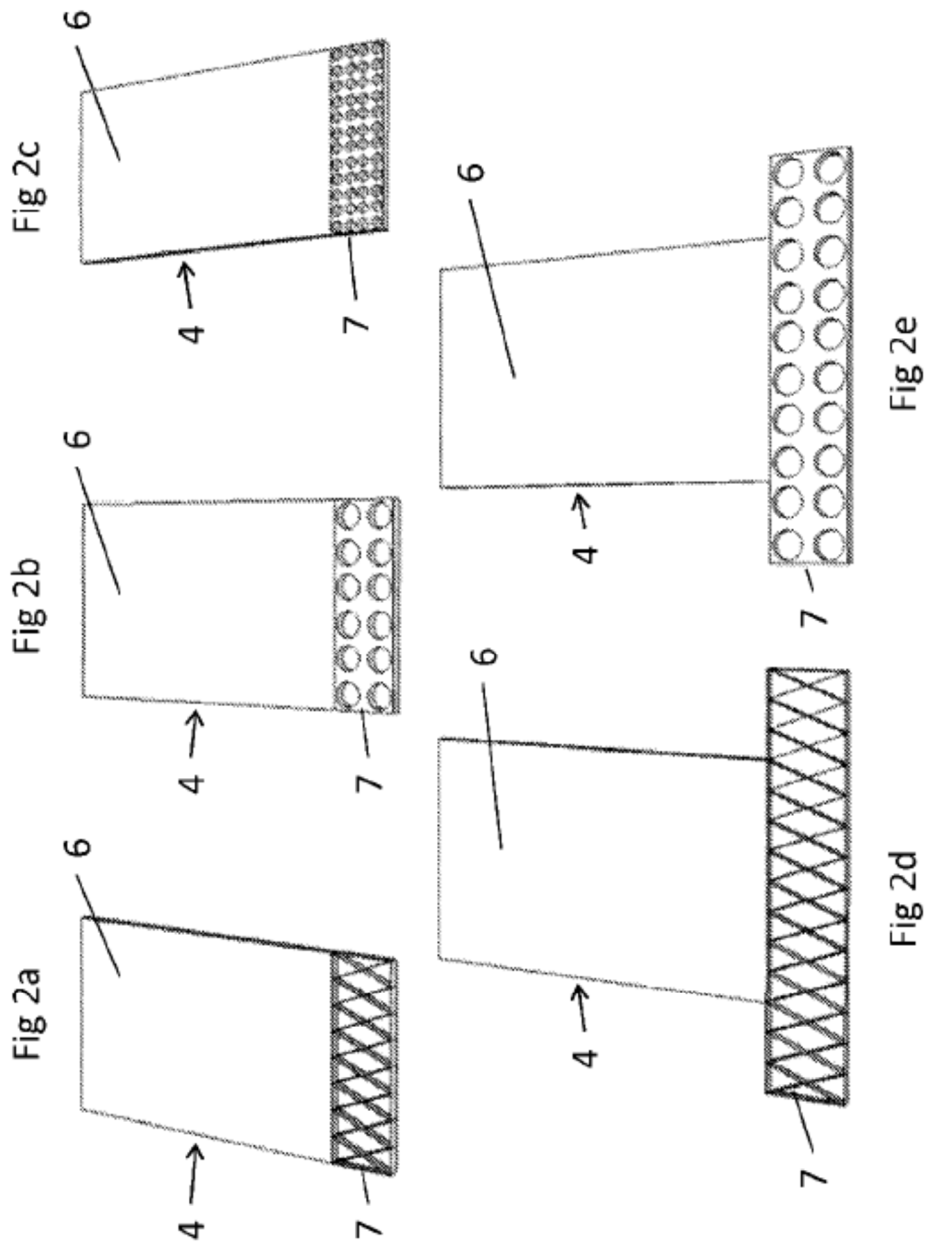


Figura 2

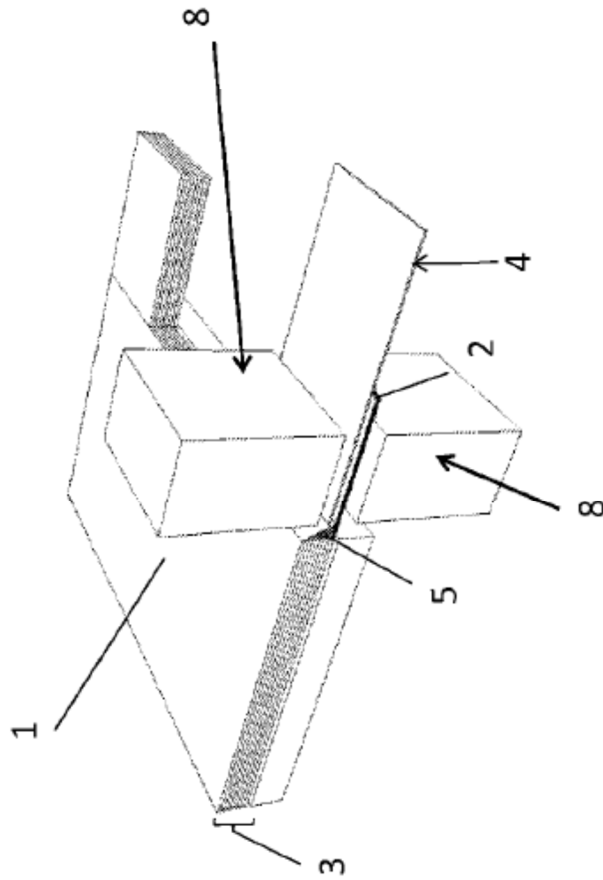


Figura 3

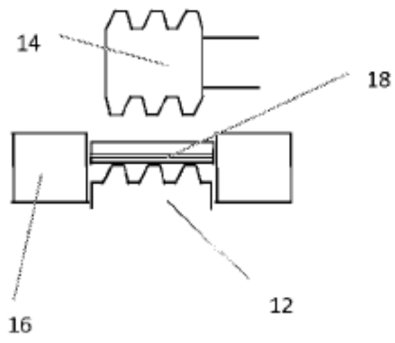


Fig. 4a

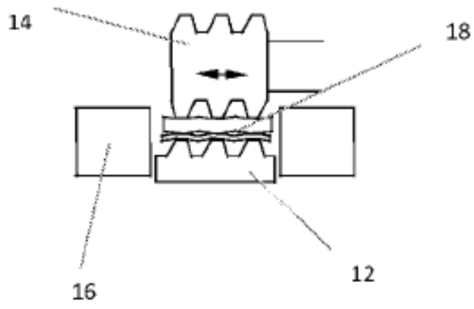


Fig. 4b

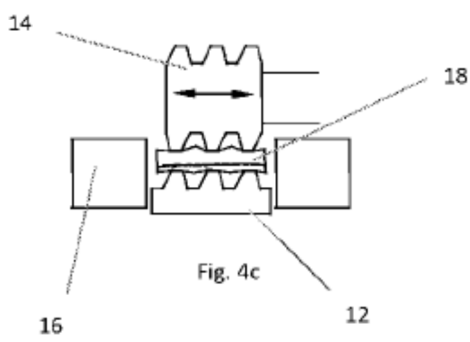


Fig. 4c

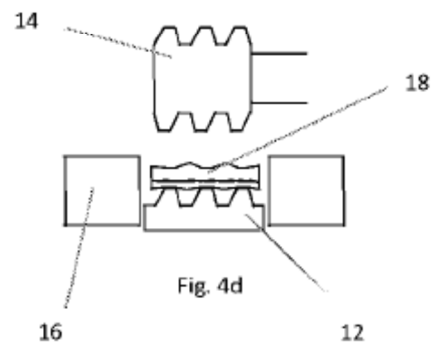


Fig. 4d