

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 441**

51 Int. Cl.:

H01M 2/02 (2006.01)
H01M 4/04 (2006.01)
H01M 4/38 (2006.01)
H01M 4/50 (2010.01)
H01M 4/62 (2006.01)
H01M 6/18 (2006.01)
H01M 6/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2016** E 16200268 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019** EP 3174129

54 Título: **Elementos de energización biomédica con electrolitos de polímero y estructuras de cavidades**

30 Prioridad:

24.11.2015 US 201514949963

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2019

73 Titular/es:

**JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC.
(100.0%)
7500 Centurion Parkway
Jacksonville, FL 32256, US**

72 Inventor/es:

**FLITSCH, FREDERICK A.;
MUTHU, MILLBURN EBENEZER JACOB;
OTTS, DANIEL B.;
RIALL, JAMES DANIEL;
TONER, ADAM y
PUGH, RANDALL B**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 727 441 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).

DESCRIPCION

Elementos de energización biomédica con electrolitos de polímero y estructuras de cavidades

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención.

Se describen diseños y métodos para mejorar aspectos de rendimiento y biocompatibilidad de las baterías. En algunos ejemplos, los electrolitos se proporcionan en forma de polímero y se usa una estructura laminada con cavidades.

La US2014/0121557A1 describe un parche de registro de datos de temperatura con alimentación activa con comunicación de datos inalámbrica que incluye una batería sellada flexible que comprende una celda electroquímica impresa con un ánodo y un cátodo, y un circuito flexible que incluye un microprocesador, un sensor de temperatura configurado para detectar la temperatura de un sujeto objetivo, un tranceptor de comunicación inalámbrico y una antena. En un ejemplo, la batería flexible y el circuito flexible están dispuestos en una disposición apilada cubierta entre la primera y la segunda capas del sustrato, y el parche está configurado para ajustarse a una superficie curva del sujeto objetivo. En otro ejemplo, el parche se usa en un sistema médico con alimentación activa para monitorizar la temperatura corporal de un paciente, e incluye un adhesivo configurado para ser aplicado de manera desprendible en la piel del paciente. Un dispositivo de computación externo es capaz de comunicación bidireccional con el tranceptor de comunicación inalámbrica del parche a través de un campo electromagnético.

La US2013/089769A1 describe que una celda de energía electroquímica que tiene una celda galvánica que incluye una unidad de electrodo de ánodo, una unidad de electrodo de cátodo, un cuerpo de electrólito entre las unidades de electrodo de ánodo y de cátodo y que contacta con ambas unidades de electrodo de ánodo y cátodo, y una capa separadora que incluye el cuerpo de electrólito y colocada dentro de la celda para contactar con ambas unidades de electrodo de ánodo y de cátodo para poner las unidades de electrodo de ánodo y de cátodo en contacto con el cuerpo del electrolito. La unidad de electrodo de cátodo incluye un material de cátodo que incluye una mezcla de polvo de un polvo de óxido de rutenio hidratado y uno o más aditivos. La unidad de electrodo de ánodo incluye una estructura formada por un metal oxidable, y la capa separadora incluye un material que es poroso a los iones en líquido y es eléctricamente no conductor. Una celda electroquímica flexible puede configurarse para que una reacción de reducción-oxidación genere energía en una superficie de la unidad(es) de electrodo.

2. Descripción de la técnica relacionada

Recientemente, la cantidad de dispositivos médicos y su funcionalidad ha comenzado a desarrollarse rápidamente. Estos dispositivos médicos pueden incluir, por ejemplo, marcapasos implantables, píldoras electrónicas para monitorizar y/o probar una función biológica, dispositivos quirúrgicos con componentes activos, lentes de contacto, bombas de infusión y neuroestimuladores. Se ha teorizado y desarrollado una funcionalidad añadida y un aumento en el rendimiento de muchos de los dispositivos médicos mencionados anteriormente. Sin embargo, para lograr la funcionalidad añadida teórica, muchos de estos dispositivos requieren ahora medios de energización autónomos que sean compatibles con los requisitos de tamaño y forma de estos dispositivos, así como los requisitos de energía de los nuevos componentes energizados.

Algunos dispositivos médicos pueden incluir componentes eléctricos como dispositivos semiconductores que realizan una variedad de funciones y pueden incorporarse en muchos dispositivos biocompatibles y/o implantables. Sin embargo, tales componentes semiconductores requieren energía y por tanto deben incluirse también preferiblemente elementos de energización en tales dispositivos biocompatibles. La topología y el tamaño relativamente pequeño de los dispositivos biocompatibles pueden crear entornos desafiantes para la definición de varias funcionalidades. En muchos ejemplos, puede ser importante proporcionar medios seguros, fiables, compactos y rentables para energizar los componentes semiconductores dentro de los dispositivos biocompatibles. Por lo tanto, hay una necesidad de elementos de energización biocompatibles formados para su implantación dentro o sobre dispositivos biocompatibles en los que la estructura de los elementos de energización de tamaño milimétrico o más pequeña proporcione una función mejorada al elemento de energización a la vez que se mantiene la biocompatibilidad.

Un elemento de energización de este tipo usado para alimentar un dispositivo puede ser una batería. Cuando se usa una batería en aplicaciones de tipo biomédico, puede ser importante que la estructura y el diseño de la batería proporcionen inherentemente resistencia a las incursiones y excursiones de los materiales. Un diseño de batería de electrolito de polímero puede proporcionar tal resistencia. Por lo tanto, hay una necesidad de nuevos ejemplos de baterías de electrolito de polímero que sean biocompatibles para su uso como elementos de energización biocompatibles.

SUMARIO DE LA INVENCION

Por consiguiente, se han divulgado diseños de batería de polímero y estrategias y diseños relacionados

para su uso en elementos de energización biocompatibles.

Un aspecto general incluye un dispositivo biomédico que incluye un componente electroactivo y una batería. La batería puede incluir un electrolito de polímero, donde el electrolito de polímero incluye una especie iónica. La batería también incluye un cátodo de dióxido de manganeso. La batería también incluye una primera capa laminada que incluye una primera cavidad, donde la primera cavidad contiene una cantidad del electrolito de polímero. La batería también incluye una segunda capa laminada que incluye una segunda cavidad donde la segunda cavidad contiene una cantidad del cátodo de dióxido de manganeso. El dispositivo biomédico también incluye una primera capa de encapsulación, donde la primera capa de encapsulación encapsula por lo menos el componente electroactivo y la batería.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. El dispositivo biomédico donde la batería incluye además: un colector de corriente de ánodo; un colector de corriente de cátodo; y un ánodo; donde el ánodo incluye zinc, y donde el ánodo y el colector de corriente de ánodo son una única capa. El dispositivo biomédico también puede incluir un electrolito polimérico, donde el electrolito incluye poli(fluoruro de vinilideno). En algunos ejemplos, el electrolito de polímero incluye ión de zinc. En algunos ejemplos, la batería puede incluir dióxido de manganeso, y en algunos ejemplos, el cátodo de dióxido de manganeso incluye dióxido de manganeso electrolítico molido a chorro. La batería puede formarse a partir de una lechada de cátodo hecha de dióxido de manganeso con aglutinantes y rellenos poliméricos, como poli(fluoruro de vinilideno) y negro de carbón. La batería puede tener un ánodo formado de zinc, donde el zinc puede estar en forma de lámina en algunos ejemplos.

La batería puede incluir un sello en películas de encapsulación que encierran más del 90 por ciento de las partes de la batería que no se usan para hacer contactos externos. Cuando se forma con estas capas, se puede formar una estructura laminada con encapsulado sellado herméticamente de tal manera que el grosor de la batería sea menor de 1 mm. En algunos ejemplos, la batería tiene menos de 500 micrones de grosor. La batería, en algunos ejemplos adicionales, puede tener un grosor menor de 250 micrones.

Las baterías pueden formarse en láminas y las baterías individuales pueden cortarse o singularizarse de las láminas. En algunos ejemplos, la forma de las baterías recortadas puede ser curvilínea.

Un aspecto general incluye un método para formar una batería que implica obtener una película colectora de cátodo, donde la película de contacto de cátodo incluye titanio. El método también incluye recubrir la película colectora de cátodo con un recubrimiento de carbono. El método también incluye obtener una primera capa laminada, donde la primera capa laminada incluye un primer cuerpo y por lo menos una primera capa de liberación y un adhesivo sensible a la presión sobre las superficies del cuerpo. El método también incluye cortar un orificio en la primera capa laminada. El método también incluye adherir la película colectora de cátodo con el recubrimiento de carbono a la primera capa laminada, donde el orificio en la primera capa laminada y la película colectora de cátodo con recubrimiento de carbono crean una primera cavidad. El método también incluye depositar una lechada de dióxido de manganeso en la primera cavidad y sobre el recubrimiento de carbono. El método también incluye secar el depósito de dióxido de manganeso. El método también incluye obtener una segunda capa laminada, donde la segunda capa laminada incluye un segundo cuerpo y por lo menos una segunda capa de liberación y un adhesivo sensible a la presión sobre las superficies del segundo cuerpo. El método también incluye cortar un orificio en la segunda capa laminada. El método también incluye adherir una lámina de zinc a la segunda capa laminada, donde el orificio en la segunda capa laminada y la lámina de zinc crean una segunda cavidad. El método también incluye depositar un electrolito de polímero que incluye constituyentes iónicos en la segunda cavidad. El método también incluye secar el electrolito de polímero. El método también incluye laminar la primera capa laminada en la segunda capa laminada, donde la primera cavidad y la segunda cavidad se alinean por lo menos en una parte respectiva y el electrolito de polímero y el depósito de dióxido de manganeso se laminan juntos. El método también incluye cortar material de las capas laminadas en una región periférica a la primera cavidad y la segunda cavidad. El método también incluye encapsular la lámina de zinc, el polímero, el depósito de dióxido de manganeso, el colector de cátodo, la primera capa laminada y la segunda capa laminada en una película de encapsulación biocompatible. El método también incluye el método que incluye además singularizar un elemento de batería.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Lo anterior y otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción, más particular, de las realizaciones preferidas de la invención, como se ilustra en los dibujos acompañantes.

Las Figs. 1A-1D ilustran aspectos ejemplares de elementos de energización biocompatibles en sintonía con la aplicación ejemplar de lentes de contacto.

La Fig. 2 ilustra una celda de batería ejemplar con un electrolito de polímero.

La Fig. 3A ilustra un primer elemento de energización biocompatible empaquetado independiente, con conexiones de ánodo y cátodo ejemplares.

La Fig. 3B ilustra un segundo elemento de energización biocompatible empaquetado independiente, con

conexiones de ánodo y cátodo ejemplares.

Las Figs. 4A-4F ilustran pasos de métodos ejemplares para la formación de elementos de energización biocompatibles para dispositivos biomédicos.

5 Las Figs. 5A-5D ilustran características de batería ejemplares para muestras hechas con un electrolito de polímero de acuerdo con la presente invención.

Las Figs. 6A-6C ilustre una realización alternativa de una celda de batería ejemplar con un electrolito de polímero que comprende una capa de cavidad.

10 Las Figs. 7A-7J ilustran pasos de método ejemplares para la formación de elementos de energización biocompatibles para dispositivos biomédicos con capas laminadas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

15 Es esta solicitud se divulgan métodos para formar y usar baterías biocompatibles con química de batería primaria de polímeros. El electrolito de polímero es un componente clave que crea una batería con capacidad mejorada para contener la química de la batería dentro de la encapsulación y para disminuir las fuerzas sobre los componentes internos de la batería que se encuentran dentro del paquete o la encapsulación. En las siguientes secciones, se describen descripciones detalladas de varios ejemplos. Las descripciones de los ejemplos son realizaciones ejemplares solamente, y pueden ser evidentes varias modificaciones y alteraciones para los expertos en la técnica. Por lo tanto, los ejemplos no limitan el alcance de esta solicitud. Las formulaciones de ánodo y las estructuras en las que se forman pueden diseñarse para su uso en baterías biocompatibles. En algunos ejemplos, estas baterías biocompatibles pueden diseñarse para su uso en, o cerca de, el cuerpo de un organismo vivo.

20 Una necesidad importante para el rendimiento de las baterías biocompatibles se refiere a la sensibilidad de estas baterías a su entorno, y en particular a la humedad en su entorno. Las baterías que tienen formulaciones de electrolitos acuosos pueden ser significativamente sensibles de esta manera. En algunos casos, si las estrategias de encapsulación no evitan el movimiento del agua, el agua puede salir de la batería a su entorno circundante, y esto puede hacer que el electrolito se seque con un impacto significativo en los parámetros de rendimiento de la batería, como la resistencia interna. En algunos otros casos, el agua puede difundirse en baterías si las estrategias de encapsulación permiten que el agua las atraviese, incluso en pequeñas cantidades. El resultado de la difusión del agua en estas baterías puede hacer que se diluya el electrolito con un impacto en el rendimiento de la batería y el hinchazón del cuerpo de la batería, lo que puede dar como resultado la ruptura de la encapsulación de la batería con impactos potencialmente significativos. Los métodos para formular electrolitos de baterías poliméricos pueden dar como resultado baterías que son relativamente insensibles a la entrada o salida de materiales como la humedad. Tales mejoras pueden mejorar el rendimiento y/o disminuir los requisitos en los procesos de sellado y encapsulado.

25 Una batería con un electrolito de polímero que da como resultado baterías que son relativamente insensibles a su entorno puede tener numerosos beneficios que van más allá de la necesidad básica de una batería tan insensible. Por ejemplo, un electrolito de polímero de este tipo puede tener biocompatibilidad significativamente mejorada ya que el electrolito no puede filtrarse tan fácilmente. Además, el electrolito resultante y, en algunos ejemplos, el separador que forma puede ser más resistente a los pasos de procesamiento posteriores que pueden ser necesarios en el procesamiento de un dispositivo biomédico, por ejemplo, alta temperatura y vacío bajo necesarios para el sobre moldeo. Puede haber numerosas maneras de formar electrolitos basados en polímeros con estas propiedades.

45 Glosario

En la descripción y las reivindicaciones siguientes, pueden usarse varios términos para los cuales se aplicarán las siguientes definiciones:

50 "Ánodo", como se usa en la presente, se refiere a un electrodo a través del cual fluye la corriente eléctrica hacia un dispositivo eléctrico polarizado. La dirección de la corriente eléctrica es típicamente opuesta a la dirección del flujo de electrones. En otras palabras, los electrones fluyen desde el ánodo hacia, por ejemplo, un circuito eléctrico.

55 "Aglutinante", como se usa en la presente, se refiere a un polímero que es capaz de mostrar respuestas elásticas a las deformaciones mecánicas y que es químicamente compatible con otros componentes del elemento de energización. Por ejemplo, los aglutinantes pueden incluir materiales electroactivos, electrolitos, polímeros, etc.

60 "Biocompatible" como se usa en la presente se refiere a un material o dispositivo que funciona con una respuesta de huésped apropiada en una aplicación específica. Por ejemplo, un dispositivo biocompatible no tiene efectos tóxicos o perjudiciales en los sistemas biológicos.

"Cátodo", como se usa en la presente, se refiere a un electrodo a través del cual fluye la corriente eléctrica desde un dispositivo eléctrico polarizado. La dirección de la corriente eléctrica es típicamente opuesta a la dirección del flujo de electrones. Por lo tanto, los electrones fluyen hacia el cátodo del dispositivo eléctrico polarizado y fuera de , por ejemplo, el circuito eléctrico conectado.

65 "Recubrimiento", como se usa en la presente, se refiere a un depósito de material en formas delgadas. En

algunos usos, el término se referirá a un depósito delgado que cubre sustancialmente la superficie de un sustrato sobre el que se forma. En otros usos más especializados, el término puede usarse para describir pequeños depósitos delgados en regiones más pequeñas de la superficie.

"Electrodo", como se usa en la presente, puede referirse a una masa activa en la fuente de energía. Por ejemplo, puede incluir uno o ambos del ánodo y el cátodo.

"Energizado" como se usa en la presente se refiere al estado de ser capaz de suministrar corriente eléctrica o tener energía eléctrica almacenada en su interior.

"Energía", como se usa en la presente, se refiere a la capacidad de un sistema físico de realizar trabajo. Muchos usos de los elementos de energización pueden relacionarse con la capacidad de poder realizar acciones eléctricas.

"Fuente de energía" o "Elemento de energización" o "Dispositivo de energización", como se usa en la presente, se refiere a cualquier dispositivo o capa que sea capaz de suministrar energía o colocar un dispositivo lógico o eléctrico en un estado energizado. Los elementos de energización pueden incluir baterías. Las baterías pueden formarse a partir de la química de celda de tipo alcalino y pueden ser baterías de estado sólido o baterías de celda húmeda.

"Rellenos", como se usan en la presente, se refieren a uno o más separadores de elementos de energización que no reaccionan con los electrolitos ácidos o alcalinos. Generalmente, los rellenos pueden incluir materiales sustancialmente insolubles en agua como negro de carbón; polvo de carbón; grafito; óxidos e hidróxidos metálicos como los de silicio, aluminio, calcio, magnesio, bario, titanio, hierro, zinc y estaño; carbonatos metálicos como los de calcio y magnesio; minerales como mica, montmorillonita, caolinita, atapulgita y talco; zeolitas sintéticas y naturales como cemento portland; silicatos metálicos precipitados como silicato de calcio; microesferas huecas o sólidas de polímero o vidrio, escamas y fibras; etc.

"Funcionalizado" como se usa en la presente se refiere a hacer que una capa o dispositivo sea capaz de realizar una función incluyendo, por ejemplo, energización, activación y/o control.

"Molde", como se usa en la presente, se refiere a un objeto rígido o semirrígido que puede usarse para formar objetos tridimensionales a partir de formulaciones no curadas. Algunos moldes ejemplares incluyen dos partes de molde que, cuando se oponen una frente a la otra, definen la estructura de un objeto tridimensional.

"Potencia", como se usa en la presente, se refiere al trabajo realizado o la energía transferida por unidad de tiempo.

"Recargable" o "Re-energizable", como se usa en la presente, se refiere a la capacidad de ser restaurado a un estado con mayor capacidad para realizar el trabajo. Muchos usos pueden referirse a la capacidad de ser restaurados con la capacidad de hacer circular corriente eléctrica a una cierta velocidad durante ciertos periodos de tiempo restablecidos.

"Reenergizar" o "Recargar", como se usa en la presente, se refiere a restaurar a un estado con mayor capacidad para realizar el trabajo. Muchos usos pueden referirse a restaurar un dispositivo con la capacidad de hacer circular la corriente eléctrica a una cierta velocidad durante un cierto período de tiempo restablecido.

"Liberado" como se usa en la presente y algunas veces referido como "liberado de un molde" significa que un objeto tridimensional está completamente separado del molde, o está solo ligeramente unido al molde, de tal manera que puede separarse con agitación suave.

"Apilado" como se usa en la presente significa colocar por lo menos dos capas componentes cerca una de la otra, de tal manera que por lo menos una parte de una superficie de una de las capas contacta con una primera superficie de una segunda capa. En algunos ejemplos, un recubrimiento, ya sea para adherencia u otras funciones, puede residir entre las dos capas que están en contacto entre sí a través de dicho recubrimiento.

"Trazas", como se usan en la presente, se refieren a componentes del elemento de energización capaces de conectar entre sí los componentes del circuito. Por ejemplo, las trazas del circuito pueden incluir cobre u oro cuando el sustrato es una placa de circuito impreso y puede ser típicamente cobre, oro o película impresa en un circuito flexible. Un tipo especial de "Traza" es el colector de corriente. Los colectores de corriente son trazas con compatibilidad electroquímica que hacen que los colectores de corriente sean adecuados para su uso en la conducción de electrones hacia y desde un ánodo o cátodo en presencia de electrolito.

Los métodos y aparatos presentados en la presente se refieren a la formación de elementos de energización biocompatibles para su inclusión dentro o sobre dispositivos biocompatibles planos o tridimensionales. Una clase particular de elementos de energización pueden ser baterías fabricadas en capas. Las capas también pueden clasificarse como capas laminadas. Una batería formada de esta manera puede clasificarse como una batería laminar.

Puede haber otros ejemplos de cómo ensamblar y configurar baterías de acuerdo con la presente invención, y algunos pueden describirse en las secciones siguientes. Sin embargo, para muchos de estos ejemplos, hay parámetros y características seleccionados de las baterías que pueden describirse por derecho propio. Las secciones siguientes, se centrarán en algunas características y parámetros.

Construcción de dispositivo biomédico ejemplar con elementos de energización biocompatibles

Un ejemplo de un dispositivo biomédico que puede incorporar los elementos de energización, baterías, de

la presente invención puede ser una lente de contacto de ajuste focal electroactiva. En referencia a la Fig. 1A, un ejemplo de tal inserto de lente de contacto puede representarse como inserto de lente de contacto 100. En el inserto de lente de contacto 100, puede haber un elemento electroactivo 120 que puede acomodar cambios de características focales en respuesta a los voltajes de control. Un circuito 105, para proporcionar esas señales de voltaje de control, así como para proporcionar otras funciones, como controlar la detección del entorno para señales de control externas, puede ser alimentado por un elemento 110 de batería biocompatible. Como se muestra en la Fig. 1A, el elemento de batería 110 se puede encontrar como múltiples piezas principales, en este caso tres piezas, y puede incluir las varias configuraciones de elementos químicos de la batería como se ha tratado. Los elementos de batería 110 pueden tener varias características de interconexión para unir piezas entre sí, como puede representarse subyacentes a la región de interconexión 114. Los elementos de batería 110 pueden conectarse a un elemento de circuito que puede tener su propio sustrato 111 sobre el cual se pueden localizar las características de interconexión 125. El circuito 105, que puede tener la forma de un circuito integrado, puede estar conectado eléctrica y físicamente al sustrato 111 y sus características de interconexión 125.

En referencia a la Fig. 1B, un relieve en sección transversal de una lente de contacto 150 puede comprender un inserto de lente de contacto 100 y sus constituyentes tratados. El inserto de lente de contacto 100 puede encapsularse en un faldón de hidrogel de lente de contacto 155 que puede encapsular el inserto de lente de contacto 100 y proporcionar una interfaz cómoda de la lente de contacto 150 al ojo de un usuario.

En referencia a los conceptos de la presente invención, los elementos de batería pueden formarse en una forma bidimensional como se representa en la Fig. 1C. En esta representación, puede haber dos regiones principales de celdas de batería en las regiones del componente de batería 165 y el segundo componente de batería en la región del elemento de química de batería 160. Los elementos de batería, que se representan en forma plana en la Fig. 1C, pueden conectarse a un elemento de circuito 163, que en el ejemplo de la Fig. 1C puede comprender dos áreas del circuito principales 167. El elemento de circuito 163 puede conectarse al elemento de batería en un contacto eléctrico 161 y un contacto físico 162. La estructura plana puede plegarse en una estructura cónica tridimensional como se ha descrito con respecto al presente invento. En ese proceso, pueden usarse un segundo contacto eléctrico 166 y un segundo contacto físico 164 para conectar y estabilizar físicamente la estructura tridimensional. Con referencia a la Fig. 1D, puede encontrarse una representación de esta estructura cónica tridimensional 180. Los puntos de contacto físico y eléctrico 181 también pueden encontrarse y la ilustración puede verse como una vista tridimensional de la estructura resultante. Esta estructura puede incluir el componente eléctrico y de batería modular que se incorporará con un inserto de lente en un dispositivo biocompatible. El ejemplo de una lente de contacto demuestra cómo puede usarse una batería biocompatible en un dispositivo biomédico, pero el ejemplo no es limitativo, ya que muchos otros dispositivos biomédicos, como píldoras electrónicamente activas, stents, implantes, etiquetas cutáneas y vendas, implantes dentales, dispositivos electrónicos portátiles y ropa y zapatos electrónicamente activos pueden ser ejemplos no limitativos de dispositivos biomédicos en los que se pueden utilizar baterías de electrolito de polímero biocompatibles de la presente divulgación.

Un ejemplo de batería de electrolito de polímero plano

En referencia a la Fig. 2, se representa en sección transversal un ejemplo de una batería de electrolito de polímero plana. En secciones posteriores de la divulgación, se analizan los componentes y los métodos para su montaje, pero la sección transversal proporciona un ejemplo de cómo se pueden organizar los componentes significativos de la batería para las baterías primarias de electrolito de polímero. La batería puede tener regiones de cátodo, regiones de ánodo, regiones de separador y electrolito y encapsulación. Un colector de corriente de cátodo 220 puede formar una base del dispositivo. El colector de corriente de cátodo 220 puede ser una pieza metálica conductora formada de materiales como titanio, latón, acero inoxidable y similares. El colector de corriente de cátodo 220 puede recubrirse con varios recubrimientos para mejorar la unión superficial y disminuir la resistencia; se usa comúnmente un recubrimiento de carbono. Una parte del colector de corriente de cátodo 220 puede estar expuesta de la encapsulación 280 y formar un contacto de colector de cátodo 210. Los recubrimientos de superficie usados dentro de la celda pueden no ser depositados en esta región o alternativamente pueden retirarse para permitir una conexión externa efectiva. Los recubrimientos de superficie también pueden aplicarse al contacto del colector de cátodo 210 fuera de la celda para mejorar las conexiones, por ejemplo, epoxi de plata, soldadura o flujo. El cátodo 230 puede formarse sobre el colector de cátodo 220. El cátodo 230 puede comprender numerosos componentes que incluyen la química del cátodo electroactivo como MnO_2 en un sentido no limitativo, así como aglutinantes, electrolitos y otros aditivos.

Se puede formar un electrolito de polímero 240 sobre el cátodo. En algunos ejemplos, el electrolito puede recubrirse sobre el cátodo o el ánodo. En otros ejemplos, el electrolito puede aplicarse mediante métodos de serigrafía o métodos de recubrimiento por inmersión. Puede haber numerosas maneras de aplicar el electrolito de polímero 240. El electrolito de polímero 240 también puede funcionar como un separador del dispositivo de batería.

En la otra superficie del electrolito de polímero 240 puede estar el ánodo 250. El ánodo 250 puede ser una película depositada, una pasta, una lámina o una película sólida adherida al electrolito de polímero 240. El ánodo 250 se puede conectar al colector de ánodo 260. Una parte del colector de ánodo 260 puede extenderse más allá de

la encapsulación 280 para crear el contacto de colector de ánodo 270. Puede haber numerosas maneras para formar la estructura ejemplar representada y el orden de los pasos puede variar; por lo tanto, aunque una película puede describirse como formada sobre otra capa se puede suponer que el orden también puede invertirse. Además, algunos elementos pueden eliminarse opcionalmente; tal como, el colector de ánodo 260 puede ser la misma capa que el ánodo 250 en algunos ejemplos.

Formas personalizadas de elementos de batería plana

En algunos ejemplos de baterías biocompatibles, las baterías pueden formarse como elementos planos. En referencia a la Fig. 3A, un ejemplo de un contorno rectangular 310 del elemento de batería puede representarse con una conexión de ánodo 311 y una conexión de cátodo 312. En referencia a la Fig. 3B, un ejemplo de un contorno circular 330 de un elemento de batería puede representarse con una conexión de ánodo 331 y una conexión de cátodo 332.

En algunos ejemplos de baterías de forma plana, los contornos de la forma de la batería pueden configurarse dimensional y geoméricamente para adaptarse a productos a medida. Además de los ejemplos con contornos rectangulares o circulares, pueden formarse contornos de "forma libre" a medida que pueden permitir que la configuración de la batería se optimice para ajustarse a un producto dado.

En el caso de un dispositivo biomédico ejemplar de una óptica variable, un ejemplo de "forma libre" de un contorno plano puede ser de forma arqueada. La forma libre puede ser de tal geometría que cuando se forma en una forma tridimensional, puede tomar la forma de un faldón anular cónico que se ajusta dentro de los límites de restricción de una lente de contacto. Puede estar claro que se pueden formar geometrías beneficiosas similares cuando los dispositivos médicos tienen requisitos de forma 2D o 3D restrictivos.

Requerimientos eléctricos de microbaterías

Otra área para consideraciones de diseño puede relacionarse con los requisitos eléctricos del dispositivo, que pueden ser proporcionados por la batería. Para funcionar como una fuente de alimentación para un dispositivo médico, una batería apropiada puede necesitar cumplir todos los requisitos eléctricos del sistema cuando funciona en un modo no conectado o sin alimentación externa. Un campo emergente de dispositivos biomédicos no conectados o sin alimentación externa puede incluir, por ejemplo, lentes de contacto de corrección de la visión, dispositivos de monitorización de la salud, cámaras de píldoras y dispositivos novedosos. Los desarrollos recientes en la tecnología de circuitos integrados (IC) pueden permitir un funcionamiento eléctrico significativo a niveles de muy baja corriente, por ejemplo, Picoamperios de corriente de espera y microamperios de corriente de funcionamiento. Los circuitos integrados también pueden permitir dispositivos muy pequeños.

Es posible que se requiera que las microbaterías para aplicaciones biomédicas cumplan con muchos requisitos simultáneos y desafiantes. Por ejemplo, puede requerirse que la microbatería tenga la capacidad de suministrar un voltaje de funcionamiento adecuado a un circuito eléctrico incorporado. Este voltaje de funcionamiento puede verse influido por varios factores, incluyendo el "nodo" del proceso del IC, el voltaje de salida del circuito a otro dispositivo y un objetivo de consumo de corriente particular que también puede estar relacionado con la vida útil del dispositivo deseada.

Con respecto al proceso del IC, los nodos pueden diferenciarse típicamente por el tamaño de característica mínimo de un transistor, tal como su "llamado" canal de transistor. Esta característica física, junto con otros parámetros de la fabricación del IC, como el espesor del óxido de compuerta, puede asociarse con un estándar de calificación resultante para voltajes de "encendido" o "umbral" de transistores de efecto de campo (FET) fabricados en el nodo del proceso dado. Por ejemplo, en un nodo con un tamaño de característica mínima de 0,5 micrones, puede ser común encontrar FET con voltajes de encendido de 5,0V. Sin embargo, con un tamaño de característica mínimo de 90 nm, los FET pueden encenderse a 1,2, 1,8 y 2,5V. La fundición del IC puede suministrar celdas estándar de bloques digitales, por ejemplo, inversores y flip-flops que se han caracterizado y están calificados para su uso en ciertos rangos de voltaje. Los diseñadores eligieron un nodo de proceso de IC basado en varios factores incluyendo la densidad de los dispositivos digitales, dispositivos de señal mixta analógica/digital, corriente de fuga, capas de cableado y la disponibilidad de dispositivos especializados, como FET de alto voltaje. Dados estos aspectos paramétricos de los componentes eléctricos, que pueden extraer potencia de una microbatería, puede ser importante que la fuente de alimentación de la microbatería se iguale a los requisitos del nodo del proceso elegido y el diseño del IC, especialmente en términos de voltaje y corriente disponibles.

En algunos ejemplos, un circuito eléctrico alimentado por una microbatería puede conectarse con otro dispositivo. En ejemplos no limitativos, el circuito eléctrico alimentado por microbatería puede conectarse a un accionador o un transductor. Dependiendo de la aplicación, estos pueden incluir un diodo emisor de luz (LED), un sensor, una bomba de sistema microelectromecánico (MEMS) o muchos otros dispositivos similares. En algunos ejemplos, tales dispositivos conectados pueden requerir condiciones de voltaje de funcionamiento más altas que los nodos de proceso de IC comunes. Por ejemplo, una lente de enfoque variable puede requerir 35V para activarse.

Por lo tanto, el voltaje de funcionamiento proporcionado por la batería puede ser una consideración crítica cuando se diseña un sistema de este tipo. En algunos ejemplos de este tipo de consideración, la eficiencia de un controlador de lente para producir 35V de una batería de 1V puede ser significativamente menor de lo que podría ser cuando se funciona con una batería de 2V. Otros requisitos, como el tamaño del troquel, pueden ser dramáticamente diferentes considerando también los parámetros de funcionamiento de la microbatería.

Las celdas individuales de la batería pueden clasificarse generalmente con voltajes de circuito abierto, cargado y de corte. El voltaje de circuito abierto es el potencial producido por la celda de la batería con una resistencia de carga infinita. El voltaje cargado es el potencial producido por la celda con una impedancia de carga apropiada, y típicamente también especificada, colocada a través de los terminales de la celda. El voltaje de corte es típicamente un voltaje en el que se ha descargado la mayor parte de la batería. El voltaje de corte puede representar un voltaje, o grado de descarga, por debajo del cual la batería no debe descargarse para evitar efectos perjudiciales, como un exceso de desprendimiento de gas. El voltaje de corte puede verse influenciado típicamente por el circuito con el que está conectado la batería, no solo la batería en sí, por ejemplo, el voltaje de funcionamiento mínimo del circuito electrónico. En un ejemplo, una celda alcalina puede tener un voltaje de circuito abierto de 1.6V, un voltaje cargado en el intervalo de 1.0 a 1.5V y un voltaje de corte de 1.0V. El voltaje de un diseño de celda de microbatería dado puede depender de otros factores de la química celular empleada. Y, por lo tanto, una química celular diferente puede tener diferentes voltajes celulares.

Las celdas se pueden conectar en serie para aumentar el voltaje; sin embargo, esta combinación puede conllevar concesiones de tamaño, resistencia interna y complejidad de la batería. Las celdas también se pueden combinar en configuraciones paralelas para disminuir la resistencia y aumentar la capacidad; sin embargo, tal combinación puede compensar el tamaño y la vida útil.

La capacidad de la batería puede ser la capacidad de una batería para suministrar corriente, o hacer funcionar, durante un período de tiempo. La capacidad de la batería puede especificarse típicamente en unidades como micro amperios-horas. Una batería que puede suministrar 1 micro amperio de corriente durante 1 hora tiene 1 micro amperio-hora de capacidad. Típicamente la capacidad puede aumentarse aumentando la masa (y por lo tanto el volumen) de reactivos dentro de un dispositivo de batería; sin embargo, se puede apreciar que los dispositivos biomédicos pueden estar significativamente limitados en el volumen disponible. La capacidad de la batería también puede verse influenciada por el electrodo y el material del electrolito.

Dependiendo de los requisitos del circuito con el que está conectada la batería, es posible que se requiera que la batería genere corriente sobre un intervalo de valores. Durante el almacenamiento antes del uso activo, una corriente de fuga del orden de Picoamperios a nanoamperios puede fluir a través de circuitos, interconexiones y aislantes. Durante el funcionamiento activo, los circuitos pueden consumir corriente de reposo para muestrear sensores, ejecutar temporizadores y realizar funciones de bajo consumo de energía. El consumo de corriente de reposo puede ser del orden de nanoamperios a miliamperios. Los circuitos también pueden tener demandas de corriente pico incluso más altas, por ejemplo, cuando se escribe una memoria flash o se comunica por radio frecuencia (RF). Esta corriente pico puede extenderse a decenas de miliamperios o más. La resistencia y la impedancia de un dispositivo de microbatería también pueden ser importantes para las consideraciones de diseño.

La vida útil se refiere típicamente al período de tiempo durante el cual una batería puede sobrevivir en almacenamiento y mantener aún parámetros de funcionamiento útiles. La vida útil puede ser particularmente importante para los dispositivos biomédicos por varias razones. Los dispositivos electrónicos pueden desplazar dispositivos sin alimentación, como por ejemplo, el caso de la introducción de una lente de contacto electrónica. Los productos en estos espacios de mercado existentes pueden haber establecido requisitos de vida útil, por ejemplo, tres años, debido al cliente, la cadena de suministro y otros requisitos. Típicamente puede desearse que tales especificaciones no se modifiquen para los nuevos productos. Los requisitos de vida útil también pueden ser establecidos por los métodos de distribución, inventario y uso de un dispositivo que incluye una microbatería. En consecuencia, las microbaterías para dispositivos biomédicos pueden tener requisitos de vida útil específicos, que pueden, por ejemplo, medirse en el número de años.

En algunos ejemplos, los elementos de energización biocompatibles tridimensionales pueden ser recargables. Por ejemplo, puede fabricarse una bobina inductiva también en la superficie tridimensional. La bobina inductiva podría entonces ser energizada con un mando de radiofrecuencia ("RF"). La bobina inductiva puede conectarse al elemento de energización biocompatible tridimensional para recargar el elemento de energización cuando se aplica RF a la bobina inductiva. En otro ejemplo, también pueden fabricarse paneles fotovoltaicos en la superficie tridimensional y conectarse al elemento de energización biocompatible tridimensional. Cuando se exponen a la luz o fotones, los paneles fotovoltaicos producirán electrones para recargar el elemento de energización.

En algunos ejemplos, una batería puede funcionar para proporcionar la energía eléctrica para un sistema eléctrico. En estos ejemplos, la batería puede estar conectada eléctricamente al circuito del sistema eléctrico. Las conexiones entre un circuito y una batería pueden clasificarse como interconexiones. Estas interconexiones pueden llegar a ser cada vez más difíciles para las microbaterías biomédicas debido a varios factores. En algunos ejemplos,

los dispositivos biomédicos con alimentación pueden ser muy pequeños permitiendo por tanto un área y volumen muy pequeños para las interconexiones. Las restricciones de tamaño y área pueden afectar a la resistencia eléctrica y la fiabilidad de las interconexiones.

5 En otros aspectos, una batería puede contener un electrolito líquido que podría hervir a alta temperatura. Esta restricción puede competir directamente con el deseo de usar una interconexión de soldadura que puede, por ejemplo, requerir temperaturas relativamente altas, como 250 grados Celsius para fundirse. Aunque en algunos ejemplos, la química de la batería, incluido el electrolito, y la fuente de calor usada para formar interconexiones basadas en soldadura, pueden estar aisladas espacialmente entre sí. En los casos de dispositivos biomédicos emergentes, el pequeño tamaño puede impedir la separación del electrolito y las uniones de soldadura en una distancia suficiente para reducir la conducción de calor.

Interconexiones

15 Las interconexiones pueden permitir que la corriente fluya hacia y desde la batería en conexión con un circuito externo. Tales interconexiones pueden interactuar con los entornos dentro y fuera de la batería, y pueden cruzar el límite o el sello entre esos entornos. Estas interconexiones pueden considerarse como trazas, haciendo conexiones con un circuito externo, pasando a través del sello de la batería y luego conectándose a los colectores de corriente dentro de la batería. Como tal, estas interconexiones pueden tener varios requisitos. Fuera de la batería, las interconexiones pueden parecerse a las trazas típicas de circuitos impresos. Pueden soldarse, o conectarse de otra manera, a otras trazas. En un ejemplo, cuando la batería es un elemento físico separado de una placa de circuito que comprende un circuito integrado, la interconexión de la batería puede permitir la conexión al circuito externo. Esta conexión puede formarse con soldadura, cinta conductora, tinta conductora o epoxi, u otros medios. Las trazas de interconexión pueden necesitar sobrevivir en el ambiente fuera de la batería, por ejemplo, no corroerse en presencia de oxígeno.

A medida que la interconexión pasa a través del sello de la batería, puede ser de importancia crítica que la interconexión coexista con el sello y permita el sellado. Puede requerirse adherencia entre el sello y la interconexión, además de la adherencia que puede requerirse entre el sello y el envase de la batería. La integridad del sello puede necesitar mantenerse en presencia de electrolito y otros materiales dentro de la batería. Las interconexiones, que típicamente pueden ser metálicas, pueden conocerse como puntos de fallo en el envase de la batería. El potencial eléctrico y/o el flujo de corriente pueden aumentar la tendencia a que el electrolito se "arrastre" a lo largo de la interconexión. En consecuencia, una interconexión puede necesitar ser diseñada para mantener la integridad del sello.

Dentro de la batería, las interconexiones pueden interactuar con los colectores de corriente o pueden formar realmente los colectores de corriente. A este respecto, la interconexión puede tener que cumplir los requisitos de los colectores de corriente como se describe en la presente, o puede tener que formar una conexión eléctrica con tales colectores de corriente.

Una clase de interconexiones y colectores de corriente candidatos son las láminas metálicas. Tales láminas están disponibles con un espesor de 25 micrones o menos, lo que las hace adecuadas para baterías muy delgadas. Dicha lámina también puede obtenerse con baja rugosidad de superficie y contaminación, dos factores que pueden ser críticos para el rendimiento de la batería. Las láminas pueden incluir zinc, níquel, latón, cobre, titanio, otros metales y varias aleaciones.

Componentes de la batería modular

En algunos ejemplos, un componente de batería modular puede formarse de acuerdo con algunos aspectos y ejemplos de la presente invención. En estos ejemplos, el montaje de batería modular puede ser un componente separado de otras partes del dispositivo biomédico. En el ejemplo de un dispositivo de lente de contacto oftálmica, tal diseño puede incluir una batería modular que está separada del resto de un inserto de medio. Puede haber numerosas ventajas de formar un componente de batería modular. Por ejemplo, en el ejemplo de la lente de contacto, un componente de batería modular puede formarse en un proceso separado no integrado que puede aliviar la necesidad de manejar componentes plásticos ópticos formados tridimensionalmente rígidos. Adicionalmente, las fuentes de fabricación pueden ser más flexibles y pueden operar en un modo más paralelo a la fabricación de los otros componentes en el dispositivo biomédico. Además, la fabricación de los componentes de la batería modular puede desacoplarse de las características de los dispositivos con forma tridimensional (3D). Por ejemplo, en aplicaciones que requieren formas finales tridimensionales, un sistema de batería modular puede fabricarse en una perspectiva plana o aproximadamente bidimensional (2D) y luego conformarse a la forma tridimensional apropiada. Un componente de batería modular puede probarse independientemente del resto del dispositivo biomédico y puede arreglarse la pérdida de rendimiento debido a los componentes de la batería antes del montaje. El componente de batería modular resultante puede utilizarse en varias construcciones de inserción de medios que no tienen una región rígida apropiada sobre la cual se pueden formar los componentes de batería; y, en un ejemplo adicional más, el uso de componentes de baterías modulares puede facilitar el uso de diferentes opciones para tecnologías de

fabricación que las que podrían utilizarse, como, por ejemplo, tecnología basada en red (rollo a rolo), tecnología basada en láminas (lámina a lámina), impresión, litografía, y procesamiento con "escobillas". En algunos ejemplos de una batería modular, el aspecto de contención discreta de tal dispositivo puede dar como resultado que se añada material adicional a la construcción del dispositivo biomédico general. Tales efectos pueden establecer una restricción para el uso de soluciones de baterías modulares cuando los parámetros de espacio disponibles requieren un espesor o volumen de soluciones minimizado.

Los requisitos de forma de la batería pueden ser conducidos, por lo menos en parte, por la aplicación para la cual se usará la batería. Los factores de forma tradicionales de la batería pueden ser formas cilíndricas o prismas rectangulares, hechos de metal, y pueden estar orientados hacia productos que requieren grandes cantidades de alimentación durante periodos de tiempo largos. Estas aplicaciones pueden ser lo suficientemente grandes como para que puedan comprender baterías con factor de forma grande. En otro ejemplo, las baterías de estado sólido planas (2D) son prismas rectangulares delgados, formados típicamente sobre silicio o vidrio no flexibles. Estas baterías de estado sólido planas pueden formarse en algunos ejemplos usando tecnologías de procesamiento de obleas de silicio. En otro tipo de factor de forma de batería, las baterías flexibles de baja potencia pueden formarse en una construcción de bolsa, usando láminas delgadas o plástico para contener la química de la batería. Estas baterías se pueden hacer planas (2D), y pueden diseñarse para funcionar cuando están inclinadas a una modesta curvatura fuera del plano (3D).

En algunos de los ejemplos de aplicaciones de batería en la presente invención donde la batería se puede emplear en una lente óptica variable, el factor de forma puede requerir una curvatura tridimensional del componente de la batería donde un radio de esa curvatura puede estar en el orden de aproximadamente 8,4 mm. La naturaleza de tal curvatura puede considerarse relativamente empinada y, por referencia, puede aproximarse al tipo de curvatura que se encuentra en la punta de un dedo humano. La naturaleza de una curvatura pronunciada relativa crea aspectos desafiantes para la fabricación. En algunos ejemplos de la presente invención, un componente de batería modular puede diseñarse de manera tal que pueda fabricarse de una manera plana y bidimensional y luego formarse en una forma tridimensional de alta curvatura relativa.

Espesor del módulo de batería

Al diseñar componentes de batería para aplicaciones biomédicas, se pueden hacer concesiones entre los varios parámetros, equilibrando los requisitos técnicos, de seguridad y funcionales. El grosor del componente de la batería puede ser un parámetro importante y limitante. Por ejemplo, en una aplicación de lente óptica, la capacidad de un dispositivo para ser llevado cómodamente por un usuario puede tener una dependencia crítica del grosor a través del dispositivo biomédico. Por lo tanto, puede haber aspectos habilitantes críticos en el diseño de la batería para obtener resultados más finos. En algunos ejemplos, el espesor de la batería se puede determinar por los espesores combinados de las láminas superior e inferior, las láminas espaciadoras y los espesores de la capa adhesiva. Los aspectos prácticos de fabricación pueden llevar ciertos parámetros del espesor de la película a valores estándar en el stock de láminas disponibles. Adicionalmente, las películas pueden tener valores de espesor mínimo a los que se pueden especificar en base a consideraciones técnicas relacionadas con la compatibilidad química, la impermeabilidad a la humedad/gas, el acabado de la superficie y la compatibilidad con los recubrimientos que pueden depositarse sobre las capas de la película.

En algunos ejemplos, un espesor deseado u objetivo de un componente de batería terminado puede ser un espesor de componente que sea menor que 220 μm . En estos ejemplos, este espesor deseado puede ser conducido por la geometría tridimensional de un dispositivo de lente oftálmica ejemplar en el que el componente de la batería puede necesitar ser ajustado dentro del volumen disponible definido por una forma de lente de hidrogel dadas las restricciones de comodidad, la biocompatibilidad y la aceptación del usuario final. Este volumen y su efecto en las necesidades del espesor de los componentes de la batería pueden ser una función de la especificación del espesor total del dispositivo, así como la especificación del dispositivo en relación con su anchura, ángulo del cono, y diámetro interno. Otra consideración importante del diseño para el diseño de los componentes de la batería resultante puede relacionarse con el volumen disponible para los productos químicos y materiales activos de la batería en un diseño de componente de la batería dado con respecto a la energía química resultante que puede dar como resultado ese diseño. Esta energía química resultante puede luego equilibrarse para los requisitos eléctricos de un dispositivo biomédico funcional para su vida objetivo y condiciones de funcionamiento.

Flexibilidad del módulo de batería

Otra dimensión de relevancia para el diseño de la batería y el diseño de dispositivos relacionados que utilizan fuentes de energía basadas en la batería es la flexibilidad del componente de la batería. Puede haber numerosas ventajas conferidas por las formas de batería flexibles. Por ejemplo, un módulo de batería flexible puede facilitar la capacidad anteriormente mencionada para fabricar la forma de batería en una forma plana bidimensional (2D). La flexibilidad de la forma puede permitir que la batería bidimensional se forme en una forma 3D apropiada para que quepa en un dispositivo biomédico como una lente de contacto.

En otro ejemplo de los beneficios que puede conferir la flexibilidad en el módulo de la batería, si la batería y el dispositivo posterior son flexibles, entonces puede haber ventajas relacionadas con el uso del dispositivo. En un ejemplo, una forma de lente de contacto de un dispositivo biomédico puede tener ventajas para la inserción/extracción de la lente de contacto en base al inserto de medios que puede estar más cerca de la inserción/extracción de una lente de contacto de hidrogel estándar, sin relleno.

El número de flexiones puede ser importante para el diseño de la batería. Por ejemplo, una batería que solo puede flexionarse solo una vez desde una forma plana hasta una forma adecuada para una lente de contacto puede tener un diseño significativamente diferente de una batería capaz de múltiples flexiones. La flexión de la batería también puede extenderse también más allá de la capacidad de sobrevivir mecánicamente el evento de flexión. Por ejemplo, un electrodo puede ser físicamente capaz de flexionarse sin romperse, pero las propiedades mecánicas y electroquímicas del electrodo pueden alterarse por flexión. Los cambios inducidos por la flexibilidad pueden aparecer instantáneamente, por ejemplo, como cambios en la impedancia, o la flexión puede introducir cambios que solo son evidentes en pruebas de vida útil a largo plazo.

Anchura del módulo de batería

Puede haber numerosas aplicaciones en las que se puedan utilizar los elementos de energización o baterías biocompatibles de la presente invención. En general, el requisito de anchura de la batería puede ser en gran medida una función de la aplicación en la que se aplica. En un caso ejemplar, un sistema de batería de lente de contacto puede tener necesidades restringidas para la especificación en la anchura de un componente de batería modular. En algunos ejemplos de un dispositivo oftálmico en el que el dispositivo tiene una función óptica variable alimentada por un componente de batería, la parte óptica variable del dispositivo puede ocupar una región esférica central de aproximadamente 7,0 mm de diámetro. Los elementos de batería ejemplares pueden considerarse como un objeto tridimensional, que se ajusta como un faldón anular cónico alrededor de la óptica central y se forma en un anillo cónico truncado. Si el diámetro máximo requerido del inserto rígido es un diámetro de 8,50 mm, y la tangencia a una esfera de diámetro determinado puede ser dirigida (como por ejemplo en un diámetro de aproximadamente 8,40 mm), entonces la geometría puede determinar cuál puede ser la anchura de batería permitida. Puede haber modelos geométricos que pueden ser útiles para calcular las especificaciones deseables para la geometría resultante, que en algunos ejemplos puede denominarse tronco cónico aplanado en un sector de un anillo.

La anchura de la batería aplanada puede ser conducida por dos características del elemento de la batería, los componentes activos de la batería y la anchura del sello. En algunos ejemplos relacionados con dispositivos oftálmicos, un espesor objetivo puede ser de entre 0,100 mm y 0,500 mm por lado, y los componentes activos de la batería pueden apuntar a aproximadamente 0,800 mm de anchura. Otros dispositivos biomédicos pueden tener restricciones de diseño diferentes, pero los principios para elementos de batería plana flexibles pueden aplicarse de una manera similar.

Sellos internos de los elementos de la batería

Puede ser importante en los ejemplos de baterías de electrolito de polímero incorporar mecanismos de sellado que retrasen o eviten el movimiento de humedad u otros productos químicos en el cuerpo de la batería. Las barreras contra la humedad pueden diseñarse para mantener el nivel de humedad interno a un nivel diseñado, dentro de cierta tolerancia. En algunos ejemplos, una barrera contra la humedad se puede dividir en dos secciones o componentes; concretamente, el envase y el precinto. Los electrolitos de polímero pueden tener una ventaja inherente en que cualquier pérdida de humedad en el electrolito de polímero de las regiones externas puede tener un impacto mínimo, e incluso puede mejorar el rendimiento de la batería en algunos ejemplos. Por tanto, la importancia de los requisitos del envase puede reducirse inherentemente para las baterías de electrolito de polímero.

Aun así, el envase puede referirse al material principal del cierre. En algunos ejemplos, el envase puede comprender un material a granel. La tasa de transmisión de vapor de agua (WVTR) puede ser un indicador del rendimiento, con las normas ISO, ASTM que controlan el procedimiento de prueba, incluyendo las condiciones ambientales operantes durante la prueba. Idealmente, la WVTR para un buen envase de batería puede ser "cero". Los materiales ejemplares con una WVTR cercana a cero pueden ser láminas de vidrio y metal. Por otro lado, los plásticos pueden ser inherentemente porosos a la humedad y pueden variar significativamente para diferentes tipos de plástico. Los materiales diseñados, laminados o co-extrudidos pueden ser habitualmente híbridos de los materiales de envase comunes.

El sello puede ser la interfaz entre dos de las superficies del envase. La conexión de las superficies del sella finaliza el cierre a lo largo del envase. En muchos ejemplos, la naturaleza de los diseños de sellos puede hacer que sean difíciles de caracterizar para la WVTR del sello debido a la dificultad para realizar mediciones usando una norma ISO o ASTM, ya que el tamaño o el área de la superficie de la muestra pueden no ser compatibles con esos procedimientos. En algunos ejemplos, una manera práctica de probar la integridad del sello puede ser una prueba funcional del diseño del sello real, para algunas condiciones definidas. El rendimiento del sello puede ser una función del material del sello, el espesor del sello, la longitud del sello, la anchura del sello y la adhesión o profundidad del

sello a los sustratos del envase.

5 En algunos ejemplos, los sellos pueden formarse mediante un proceso de soldadura que puede involucrar procesamiento térmico, con láser, con solvente, de fricción, ultrasónico o de arco. En otros ejemplos, los sellos pueden formarse mediante el uso de selladores adhesivos como pegamentos, epoxis, acrílicos, goma natural y goma sintética. Otros ejemplos pueden derivarse de la utilización de material de tipo junta que puede formarse a partir de corcho, goma natural y sintética, politetrafluoroetileno (PTFE), polipropileno y siliconas, por mencionar algunos ejemplos no limitativos.

10 En algunos ejemplos, las baterías de acuerdo con la presente invención pueden estar diseñadas para tener una vida operativa especificada. La vida operativa puede estimarse determinando una cantidad práctica de permeabilidad a la humedad que puede obtenerse usando un sistema de batería particular y luego estimando cuándo una fuga de humedad de este tipo puede dar como resultado un final de la vida útil para la batería.

15 Envase adicional y consideraciones de sustrato en módulos de batería biocompatibles

20 Puede haber numerosas consideraciones sobre el envase y el sustrato que pueden dictar características deseables para los diseños del envase usados en microbaterías laminares biocompatibles. Por ejemplo, el envase puede estar deseablemente basado predominantemente en lámina y/o película, donde estas capas del envase pueden ser tan finas como sea posible, por ejemplo, de 10 a 50 micrones. Adicionalmente, el envase puede proporcionar una barrera de difusión suficiente para la ganancia o pérdida de humedad durante la vida útil. En muchos ejemplos deseables, el envase puede proporcionar una barrera de difusión suficiente para la entrada de oxígeno para limitar la degradación de los ánodos de zinc por oxidación directa.

25 En algunos ejemplos, el envase puede proporcionar una vía de permeación finita al gas hidrógeno que puede evolucionar debido a la reducción directa del agua por zinc. Y, el envase puede deseablemente contener suficientemente y puede aislar el contenido de la batería de tal manera que la exposición potencial a un usuario pueda minimizarse.

30 En la presente invención, las construcciones de envase pueden incluir los siguientes tipos de componentes funcionales: capas de envase superior e inferior, capaz de adhesivo sensible a la presión (PSA), capas espaciadoras, zonas de interconexión, puertos de llenado y envase secundario.

35 En algunos ejemplos, las capas de envase superior e inferior pueden comprender láminas metálicas o películas de polímero. Las capas de envase superior e inferior pueden comprender construcciones de película multicapa que contienen una pluralidad de capas de polímero y/o barrera. Tales construcciones de película pueden denominarse películas laminadas de barrera coextruidas. Un ejemplo de una película laminada de barrera coextruida comercial de particular utilidad en la presente invención puede ser el protector 3M® Scotchpak 1109 que consiste de una banda portadora de tereftalato de polietileno (PET), una capa de barrera de aluminio depositada al vapor, y una capa de polietileno que incluye un espesor de la película medio total de 33 micrones. Puede haber disponibles numerosas otras películas de barrera multicapa similares y pueden usarse en ejemplos alternativos de la presente invención.

45 En las construcciones de diseño que incluyen un PSA, la rugosidad de la superficie de la capa del envase puede ser de particular importancia ya que el PSA también puede necesitar sellar caras de capas del envase opuestas. La rugosidad de la superficie puede resultar de procesos de fabricación usados en la producción de láminas y películas, por ejemplo, procesos que emplean laminado, extrusión, estampado y/o calandrado, entre otros. Si la superficie es demasiado rugosa, es posible que no se pueda aplicar el PSA en un espesor uniforme cuando el espesor deseado del PSA puede ser del orden de la Ra (la media aritmético del perfil de rugosidad) de la rugosidad de la superficie. Además, los PSA pueden no sellarse adecuadamente contra una cara opuesta si la cara opuesta tiene una rugosidad que puede ser del orden del espesor de la capa de PSA. En la presente invención, los materiales del envase que tienen una rugosidad superficial, Ra, menor de 10 micrones pueden ser ejemplos aceptables. En algunos ejemplos, los valores de rugosidad de la superficie pueden ser de 5 micrones o menos. Y, en más ejemplos adicionales, la rugosidad de la superficie puede ser de 1 micrón o menos. Los valores de rugosidad de la superficie pueden medirse mediante una variedad de métodos que incluyen, pero no están limitados a, técnicas de medición, como interferometría de luz blanca, perfilometría de aguja y similares. Puede haber muchos ejemplos en la técnica de metrología de superficie en los que la rugosidad de la superficie puede describirse mediante una serie de parámetros alternativos y en los que los valores de rugosidad de la superficie media, Ra, descritos en la presente pueden entenderse que son representativos de los tipos de características inherentes a los procesos de fabricación anteriores.

60 Colectores de corriente y electrodos

65 En algunos ejemplos de celdas de zinc carbono y de Leclanche, el colector de corriente de cátodo puede ser una barra de carbono sinterizado. Este tipo de material puede afrontar obstáculos técnicos para las celdas

electroquímicas delgadas de la presente invención. En algunos ejemplos, pueden usarse tintas de carbón impresas en celdas electroquímicas delgadas para reemplazar una barra de carbón sinterizado para el colector de corriente de cátodo, y en estos ejemplos, el dispositivo resultante puede formarse sin deterioro significativo de la celda electroquímica resultante. Típicamente, dichas tintas de carbón pueden aplicarse directamente a materiales de envasado que pueden comprender películas de polímero, o en algunos casos láminas metálicas. En los ejemplos en los que la película de envasado puede ser una lámina metálica, la tinta de carbón puede necesitar proteger la lámina metálica subyacente de la degradación química y/o la corrosión del electrolito. Además, en estos ejemplos, el colector de corriente de tinta de carbono puede necesitar proporcionar conductividad eléctrica desde el interior de la celda electroquímica al exterior de la celda electroquímica, lo que implica un sellado alrededor o a través de la tinta de carbono. Debido a la naturaleza porosa de las tintas de carbón, esto no se puede lograr fácilmente sin desafíos significativos. Las tintas de carbón también pueden aplicarse en capas que tienen un espesor finito y relativamente pequeño, por ejemplo, de 10 a 20 micrones. En un diseño de celda electroquímica delgada en el que el espesor del envase interno total puede ser de aproximadamente 100 a 150 micrones, el espesor de una capa de tinta de carbón puede ocupar una fracción significativa del volumen interno total de la celda electroquímica, afectando de este modo negativamente al rendimiento eléctrico de la celda. Además, la naturaleza delgada de la batería en general y el colector de corriente en particular pueden implicar un área en sección transversal pequeña para el colector de corriente. A medida que la resistencia de una traza aumenta con la longitud de la traza y disminuye con el área de sección transversal, puede haber una compensación directa entre el espesor del colector de corriente y la resistencia. La resistividad bruta de la tinta de carbón puede ser insuficiente para cumplir con el requisito de resistencia de las baterías delgadas. También se puede considerar que las tintas rellenas con plata u otros metales conductores disminuyen la resistencia y/o el espesor, pero pueden presentar nuevos desafíos, como incompatibilidad con los nuevos electrolitos. Considerando estos factores, en algunos ejemplos puede ser deseable realizar celdas electroquímicas delgadas eficientes y de alto rendimiento de la presente invención utilizando una lámina metálica delgada como colector de corriente, o aplicar una película metálica delgada a una capa de envase de polímero subyacente para actuar como el colector de corriente. Tales láminas metálicas pueden tener una resistividad significativamente menor, permitiéndoles de este modo cumplir con los requisitos de resistencia eléctrica con mucho menos espesor que las tintas de carbón impreso.

En algunos ejemplos, una o más de las capas de envase superior y/o inferior pueden servir como un sustrato para un metal colector de corriente pulverizado o pila de metal. Por ejemplo, el protector 3M® Scotchpak 1109 se puede metalizar usando deposición física de vapor (PVD) de una o más capas metálicas útiles como colector de corriente para un cátodo. Las pilas de metal ejemplares útiles como colectores de corriente de cátodo pueden ser capas de adhesión de Ti-W (titanio-tungsteno) y capas conductoras de Ti (titanio). Las pilas de metal ejemplares útiles como colectores de corriente de ánodo pueden ser capas de adhesión de Ti-W, capas conductoras de Au (oro) y capas de deposición de In (indio). El espesor de las capas de PVD puede ser inferior a 500 nm en total. Si se usan múltiples capas de metal, puede ser necesario que las propiedades electroquímicas y de barrera sean compatibles con la batería. Por ejemplo, el cobre se puede galvanizar sobre una capa de semilla para hacer crecer una capa gruesa de conductor. Se pueden colocar capas adicionales sobre el cobre. Sin embargo, el cobre puede ser electroquímicamente incompatible con ciertos electrolitos, especialmente en presencia de zinc. Por consiguiente, si se usa cobre como una capa en la batería, puede ser necesario aislarla lo suficientemente del electrolito de la batería. Alternativamente, el cobre puede ser excluido o sustituirse con otro metal.

En algunos otros ejemplos, las láminas de envase superiores e inferiores también pueden funcionar como colectores de corriente. Por ejemplo, una lámina de latón de 25 micrones puede ser útil como colector de corriente de ánodo para un ánodo de zinc. La lámina de latón puede galvanizarse opcionalmente con indio antes de galvanizar con zinc. En un ejemplo, las láminas de envase del colector de corriente de cátodo pueden comprender lámina de titanio, lámina de Hastelloy C-276, lámina de cromo y/o lámina de tantalio. En ciertos diseños, pueden cortarse finas, grabarse, decaparse, texturizarse, maquinarse con láser o procesarse de otro modo para proporcionar una forma deseable, rugosidad de la superficie y/o geometría al envase final de la celda.

Mezcla de cátodo

Puede haber numerosas mezclas de química del cátodo que pueden ser consistentes con los conceptos de la presente invención. En algunos ejemplos, una mezcla de cátodo, que puede ser un término para una formulación química usada para formar el cátodo de una batería, puede aplicarse como una pasta, gel, suspensión o lechada, y puede comprender un óxido de metal de transición como dióxido de manganeso, alguna forma de aditivo conductor que, por ejemplo, puede ser una forma de polvo conductor como negro de carbón o grafito, y un polímero soluble en agua como polivinilpirrolidona (PVP) o algún otro aditivo aglutinante. En algunos ejemplos, pueden incluirse otros componentes, como uno o más aglutinantes, sales de electrolitos, inhibidores de la corrosión, agua u otros solventes, surfactantes, modificadores de la reología, y otros aditivos conductores como polímeros conductores. Una vez formulada y mezclada apropiadamente, la mezcla de cátodo puede tener una reología deseable que permita que se dispense sobre las partes deseadas del separador y/o el colector de corriente del cátodo, o que se limpie con escobilla a través de una pantalla o plantilla de una manera similar. En algunos ejemplos, la mezcla de cátodo puede secarse antes de usarse en pasos posteriores del montaje de las celdas, mientras que en otros ejemplos, el cátodo puede contener algunos o todos los componentes del electrolito, y solo se puede secar parcialmente hasta un

contenido de humedad seleccionado.

El óxido de metal de transición puede ser, por ejemplo, dióxido de manganeso. El dióxido de manganeso que puede usarse en la mezcla del cátodo puede ser, por ejemplo, dióxido de manganeso electrolítico (EMD) debido a la energía específica adicional beneficiosa que este tipo de dióxido de manganeso proporciona en relación a otras formas, como el dióxido de manganeso natural (NMD) o el dióxido de manganeso químico (CMD). Además, el EMD útil en baterías de la presente invención puede necesitar tener un tamaño de partícula y una distribución de tamaño de partícula que pueda ser propicia para la formación de pastas/lechadas de mezclas de cátodos que se puedan depositar o imprimir. Específicamente, el EMD puede procesarse para eliminar componentes particulados grandes significativos que pueden considerarse grandes en relación con otras características como las dimensiones internas de la batería, los espesores del separador, los diámetros de la punta de dispensación, los tamaños de apertura de la plantilla, o los tamaños de malla de la pantalla. La optimización del tamaño de partícula también puede usarse para mejorar el rendimiento de la batería, por ejemplo, la impedancia interna y la capacidad de descarga.

La molienda es la reducción de materiales sólidos de un tamaño de partícula medio a un tamaño de partícula medio más pequeño, mediante aplastamiento, trituración, corte, vibración u otros procesos. La molienda también puede usarse para liberar materiales útiles de los materiales de la matriz en los que pueden estar incrustados, y para concentrar minerales. Un molino es un dispositivo que rompe los materiales sólidos en pedazos más pequeños mediante trituración, aplastamiento o corte. Puede haber varios medios para la molienda y muchos tipos de materiales procesados en ellos. Tales medios de molienda pueden incluir: molienda de bolas, molienda de perlas, mortero y maja, prensa de rodillos y molino de chorro entre otras alternativas de molienda. Un ejemplo de molienda puede ser la molienda por chorro. Después de la molienda, el estado del sólido cambia, por ejemplo, el tamaño de partícula, la disposición del tamaño de partícula y la forma de la partícula. También pueden usarse procesos de molienda de agregados para eliminar o separar la contaminación o la humedad del agregado para producir "rellenos secos" antes del transporte o el relleno estructural. Algunos equipos pueden combinar varias técnicas para clasificar un material sólido en una mezcla de partículas cuyo tamaño está limitado por un tamaño de partícula mínimo y máximo. Dicho procesamiento puede ser referido como "clasificadores" o "clasificación".

La molienda puede ser un aspecto de la producción de mezcla de cátodo para una distribución del tamaño de partícula uniforme de los ingredientes de la mezcla de cátodo. El tamaño de partícula uniforme en una mezcla de cátodo puede ayudar en la viscosidad, la reología, la electroconductividad y otras propiedades de un cátodo. La molienda puede ayudar a estas propiedades controlando la aglomeración, o una recolección de masa, de los ingredientes de la mezcla de cátodo. La aglomeración - la agrupación de elementos dispares, que en el caso de la mezcla de cátodo, pueden ser alótropos de carbono y óxidos de metales de transición - puede afectar negativamente el proceso de llenado al dejar espacios vacíos.

Además, la filtración puede ser otro paso importante para la eliminación de partículas aglomeradas o no deseadas. Las partículas no deseadas pueden incluir partículas sobredimensionadas, contaminantes u otras partículas que no se tienen en cuenta explícitamente en el proceso de preparación. La filtración se puede realizar por medios como filtración con papel de filtro, filtración al vacío, cromatografía, microfiltración y otros medios de filtración.

En algunos ejemplos, el EMD puede tener un tamaño de partícula medio de 7 micrones con un contenido de partículas grandes que puede contener partículas de hasta aproximadamente 70 micrones. En ejemplos alternativos, el EMD se puede tamizar, moler adicionalmente o separar o procesar de otra manera para limitar el contenido de partículas grandes por debajo de un cierto umbral, por ejemplo, 25 micrones o menos.

El cátodo también puede comprender dióxido de plata u oxihidróxido de níquel. Tales materiales pueden ofrecer mayor capacidad y menos disminución en el voltaje cargado durante la descarga en relación con el dióxido de manganeso, ambas propiedades deseables en una batería. Las baterías basadas en estos cátodos pueden tener ejemplos de corriente presentes en la industria y en la bibliografía. Una nueva microbatería que utiliza un cátodo de dióxido de plata puede incluir un electrolito biocompatible, por ejemplo, uno que comprenda cloruro de zinc y/o cloruro de amonio en lugar de hidróxido de potasio.

Algunos ejemplos de la mezcla de cátodo pueden incluir un aglutinante polimérico. El aglutinante puede cumplir una serie de funciones en la mezcla de cátodo. La función principal del aglutinante puede ser crear una red eléctrica entre partículas suficiente entre las partículas de EMD y las partículas de carbono. Una función secundaria del aglutinante puede ser facilitar la adhesión mecánica y el contacto eléctrico con el colector de corriente del cátodo. Una tercera función del aglutinante puede ser influir en las propiedades reológicas de la mezcla de cátodo para una dispensación y/o un estarcido/cribado ventajosos. Aún así, una cuarta función del aglutinante puede ser mejorar la captación y distribución del electrolito dentro del cátodo.

La elección del polímero aglutinante, así como la cantidad a usar, puede ser beneficiosa para la función del cátodo en la celda electroquímica de la presente invención. Si el polímero aglutinante es demasiado soluble en el electrolito para ser usado, entonces la función principal del aglutinante - la continuidad eléctrica - puede verse

drásticamente afectada hasta el punto de no funcionalidad de la celda. Por el contrario, si el polímero aglutinante es insoluble en el electrolito que se va a usar, las partes del EMD pueden aislarse iónicamente del electrolito, dando como resultado un rendimiento de la celda disminuido, como capacidad reducida, menor voltaje del circuito abierto y/o resistencia interna aumentada.

5 El aglutinante puede ser hidrófobo; También puede ser hidrófilo. Los ejemplos de polímeros aglutinantes útiles para la presente invención comprenden PVP, poliisobutileno (PIB), copolímeros de tribloques de goma que comprenden bloques terminales de estireno como los fabricados por Kraton Polymers™, copolímeros de bloques de látex de estireno-butadieno, ácido poliacrílico, hidroxietilcelulosa, carboximetilcelulosa, sólidos de fluorocarbonos tales como politetrafluoroetileno, entre otros.

10 Un solvente puede ser un componente de la mezcla de cátodo. Un solvente puede ser útil para humedecer la mezcla de cátodo, lo que puede ayudar en la distribución de partículas de la mezcla. Un ejemplo de un solvente puede ser tolueno. Además, un surfactante puede ser útil en la humectación y, por tanto, en la distribución de la mezcla de cátodo. Un ejemplo de un surfactante puede ser un detergente, como Triton™ QS-44. El Triton™ QS-44 puede ayudar en la disociación de los ingredientes agregados en la mezcla de cátodo, permitiendo una distribución más uniforme de los ingredientes de la mezcla de cátodo.

15 Típicamente puede usarse un carbono conductor puede usarse en la producción de un cátodo. El carbono es capaz de formar muchos alótropos, o diferentes modificaciones estructurales. Los diferentes alótropos de carbono tienen diferentes propiedades físicas que permiten una variación en la electroconductividad. Por ejemplo, la "elasticidad" del negro de carbón puede ayudar con la adherencia de una mezcla de cátodo a un colector de corriente. Sin embargo, en los elementos de activación que requieren cantidades relativamente bajas de energía, estas variaciones en la electroconductividad pueden ser menos importantes que otras propiedades favorables como la densidad, el tamaño de partícula, la conductividad del calor y la uniformidad relativa, entre otras propiedades. Los ejemplos de alótropos de carbono incluyen: diamante, grafito, grafeno, carbono amorfo (también conocido como negro de carbón), buckminsterfullerenos, carbono vítreo (también llamado carbono vítreo), aerogeles de carbono y otras formas posibles de carbono capaces de conducir electricidad. Un ejemplo de un alótropo de carbono puede ser el grafito.

20 Una vez que se ha formulado y procesado la mezcla de cátodo, la mezcla puede dispensarse, aplicarse y/o almacenarse sobre una superficie como el separador de hidrogel o el colector de corriente de cátodo, o en un volumen como la cavidad en la estructura laminar. Rellenar sobre una superficie puede resultar en que un volumen se llene con el tiempo. Para aplicar, dispensar y/o almacenar la mezcla, puede desearse una cierta reología para optimizar el proceso de dispensación, aplicación y/o almacenamiento. Por ejemplo, una reología menos viscosa puede permitir un mejor llenado de la cavidad y al mismo tiempo posiblemente sacrificar la distribución de partículas. Una reología más viscosa puede permitir una distribución de las partículas optimizada, mientras que posiblemente disminuya la capacidad de llenar la cavidad y posiblemente perder electroconductividad.

40 Ánodos e inhibidores de la corrosión del ánodo

El ánodo para la batería laminar de la presente invención puede, por ejemplo, comprender zinc. En las baterías tradicionales de zinc-carbono, un ánodo de zinc puede tomar la forma física de una lata en la que pueden estar contenidos los contenidos de la celda electroquímica. Para la batería de la presente invención, un zinc puede ser un ejemplo, pero puede haber otras formas físicas de zinc que pueden resultar deseables para realizar diseños de baterías ultra pequeñas.

45 La galvanoplastia de zinc es un tipo de proceso en numerosos usos industriales, por ejemplo, para el recubrimiento protector o estético de piezas metálicas. En algunos ejemplos, puede usarse zinc galvanizado para formar ánodos finos y conformes útiles para las baterías de la presente invención. Además, el zinc galvanizado se puede estampar en muchas configuraciones diferentes, dependiendo de la intención del diseño. Un medio fácil para estampar el zinc galvanizado puede ser procesar con el uso de una fotomáscara o una máscara física. En el caso de la fotomáscara, se puede aplicar una fotoprotección a un sustrato conductor, el sustrato sobre el que posteriormente se puede colocar el zinc. El patrón de recubrimiento deseado puede luego proyectarse en la fotoprotección por medio de una fotomáscara, provocando de este modo el curado de áreas seleccionadas de la fotoprotección. La fotoprotección sin curar puede luego eliminarse con solventes y técnicas de limpieza apropiadas. El resultado puede ser un área estampada de material conductor que puede recibir un tratamiento de zinc galvanizado. Aunque este método puede proporcionar beneficios a la forma o al diseño del zinc que se va a recubrir, el enfoque puede requerir el uso de materiales fotoestampables disponibles, que pueden tener propiedades restringidas en la construcción del envase de celdas general. En consecuencia, pueden requerirse nuevos y novedosos métodos para estampar zinc para realizar algunos diseños de microbaterías delgadas de la presente invención.

50 Un medio alternativo para estampar los ánodos de zinc puede ser por medio de una aplicación de máscara física. Una máscara física puede hacerse cortando las aberturas deseables en una película que tenga propiedades de barrera y/o envase deseables. Adicionalmente, la película puede tener un adhesivo sensible a la presión aplicado

65

en uno o ambos lados. Finalmente, la película puede tener revestimientos protectores de liberación aplicados a uno o ambos adhesivos. El revestimiento de liberación puede servir para el doble propósito de proteger el adhesivo durante el corte de la abertura y proteger el adhesivo durante los pasos de procesamiento específicos del montaje de la celda electroquímica, específicamente el paso de llenado del cátodo. En algunos ejemplos, una máscara de zinc puede comprender una película de PET de aproximadamente 100 micrones de espesor a la que se puede aplicar un adhesivo sensible a la presión a ambos lados en un espesor de capa de aproximadamente 10-20 micrones. Ambas capas de PSA pueden cubrirse con una película de liberación de PET que puede tener un tratamiento superficial de baja energía superficial y un espesor aproximado de 50 micrones. En estos ejemplos, la máscara de zinc multicapa puede comprender película de PSA y PET. Las películas PET y las construcciones de máscara de zinc PET/PSA, como se describen en la presente, pueden procesarse de manera deseable con un equipo de micromaquinado láser de nanosegundos de precisión, como la estación de trabajo de micromaquinado con láser E-Series de Oxford Lasers, para crear aperturas ultra-precisas en la máscara para facilitar el posterior enchapado. En esencia, una vez que se ha fabricado la máscara de zinc, se puede quitar un lado del revestimiento de liberación, y la máscara con aperturas puede laminarse en el colector de corriente de ánodo y/o la película/lámina de envase del lado del ánodo. De esta manera, el PSA crea un sello en los bordes internos de las aberturas, facilitando el enmascaramiento limpio y preciso del zinc durante la galvanoplastia.

La máscara de zinc puede colocarse y luego puede realizarse la galvanoplastia de uno o más materiales metálicos. En algunos ejemplos, el zinc puede galvanizarse directamente sobre una lámina de colector de corriente de ánodo electroquímicamente compatible, como latón. En ejemplos de diseño alternativos en los que el envase del lado del ánodo comprende una película de polímero o una película de polímero multicapa sobre la cual se ha aplicado la metalización de semillas, el zinc y/o las soluciones de recubrimiento usadas para depositar el zinc pueden no ser químicamente compatibles con la metalización de semillas subyacente. Las manifestaciones de falta de compatibilidad pueden incluir agrietamiento, corrosión y/o evolución de H₂ exacerbada tras el contacto con el electrolito de la celda. En tal caso, se pueden aplicar metales adicionales al metal de semilla para afectar mejor a la compatibilidad química general en el sistema. Un metal que puede encontrar una utilidad particular en las construcciones de celdas electroquímicas puede ser el indio. El indio se puede usar ampliamente como agente de aleación en el zinc de grado de batería, y su función principal es proporcionar una propiedad anticorrosión al zinc en presencia de electrolito. En algunos ejemplos, el indio puede depositarse con éxito en varias metalizaciones de semillas como Ti-W y Au. Las películas resultantes de 1-3 micrones de indio en dichas capas de metalización de semilla pueden ser de tensión baja y adherentes. De esta manera, la película de envase del lado del ánodo y el colector de corriente unido que tiene una capa superior de indio pueden ser adaptables y duraderos. En algunos ejemplos, puede ser posible depositar zinc en una superficie tratada con indio, el depósito resultante puede ser muy no uniforme y nodular. Este efecto puede tener lugar con una configuración de densidad de corriente más baja, por ejemplo, 20 amperios por pie cuadrado (ASF). Como se observa bajo un microscopio, se puede observar que se forman nódulos de zinc sobre el depósito de indio liso subyacente. En ciertos diseños de celdas electroquímicas, la tolerancia de espacio vertical para la capa de ánodo de zinc puede ser de hasta 5-10 micrones de espesor, pero en algunos ejemplos, pueden usarse densidades de corriente más bajas para el galvanizado del zinc, y los crecimientos nodulares resultantes pueden crecer más alto que el espesor máximo vertical del ánodo deseado. Puede ser que el crecimiento nodular de zinc se derive de una combinación del alto sobrepotencial del indio y la presencia de una capa de óxido de indio.

En algunos ejemplos, la galvanoplastia de CC con densidad de corriente más alta puede superar los patrones de crecimiento nodular relativamente grandes del zinc sobre superficies de indio. Por ejemplo, las condiciones de galvanizado de 100 ASF pueden dar como resultado zinc nodular, pero el tamaño de los nódulos de zinc puede reducirse drásticamente en comparación con condiciones de galvanizado de 20 ASF. Además, el número de nódulos puede ser mucho mayor en condiciones de galvanizado de 100 ASF. La película de zinc resultante puede finalmente unirse a una capa más o menos uniforme con solo alguna característica residual de crecimiento nodular a la vez que cumple la tolerancia de espacio vertical de aproximadamente 5-10 micrones.

Un beneficio adicional del indio en la celda electroquímica puede ser la reducción de formación de H₂, que puede ser un proceso lento que se produce en células electroquímicas acuosas que contienen zinc. El indio se puede aplicar de manera beneficiosa a uno o más del colector de corriente de ánodo, el propio ánodo como un componente de aleación co-recubierto, o como un recubrimiento de superficie sobre el zinc galvanizado. Para el último caso, los recubrimientos de superficie de indio pueden aplicarse deseablemente *in situ* por medio de un aditivo de electrolito como tricloruro de indio o acetato de indio. Cuando tales aditivos pueden añadirse al electrolito en pequeñas concentraciones, el indio puede recubrir espontáneamente en las superficies de zinc expuestas, así como en partes del colector de corriente de ánodo expuesto

El zinc y los ánodos similares usados comúnmente en baterías primarias comerciales se encuentran típicamente en forma de lamina, barra y pasta. El ánodo de una batería biocompatible en miniatura puede ser de una forma similar, por ejemplo, una lámina delgada, o puede estar recubierta como se ha mencionado anteriormente. Las propiedades de este ánodo pueden diferir significativamente de las de las baterías existentes, por ejemplo, debido a las diferencias en los contaminantes o el acabado de la superficie atribuidos a los procesos de mecanizado y recubrimiento. Por consiguiente, los electrodos y el electrolito pueden requerir diseño especial para cumplir con los requisitos de capacidad, impedancia y vida útil. Por ejemplo, se pueden necesitar parámetros del proceso de

recubrimiento, composición del baño de recubrimiento, tratamiento de la superficie y composición del electrolito especiales para optimizar el rendimiento del electrodo.

Electrolitos de polímero y separadores

5

Puede haber una serie de diferentes tipos de formulaciones de electrolitos que sean consistentes con un sistema de batería de polímero. En una primera clase de ejemplos, el electrolito se puede llamar un electrolito de polímero. En los sistemas de electrolito de polímero, la estructura del polímero tiene regiones que se involucran en los mecanismos de conducción de los iones. Además, estas regiones de la estructura del polímero también facilitan la disolución de los iones de sal en el volumen de electrolito. En general, los niveles más altos de iones disueltos en un volumen de electrolito pueden dar como resultado mejores características de rendimiento de la batería. Puede haber numerosos sistemas de polímeros y copolímeros utilizados para formar la estructura de polímero de los sistemas de electrolito de polímero. En un ejemplo no limitativo, el óxido de polietileno (PEO) puede ser un constituyente del polímero común. La conductividad iónica del sistema puede mejorar en condiciones de temperatura de funcionamiento más altas, pero puede ser relativamente pobre en condiciones de funcionamiento a temperatura ambiente. En algunos ejemplos, se puede formar una forma de lámina de un electrolito de polímero que incluye la presencia de especies iónicas. La forma de lámina puede aplicarse a un electrodo con procesamiento de laminación a alta temperatura. En otros ejemplos, la formulación de electrolito puede recubrirse sobre una superficie de electrodo. Cada una de estas opciones de procesamiento puede ser útil para mejorar la unión del electrolito a los electrodos, lo que generalmente puede dar como resultado una mala adhesión en otras condiciones de procesamiento.

25

En otra clase de ejemplos, se pueden utilizar electrolitos de polímero plastificados en sistemas de baterías de electrolito de polímero. Puede haber muchos sistemas de polímeros que pueden ser útiles para formar electrolitos de polímero plastificados, incluyendo como ejemplos no limitativos de PEO, poli(metacrilato de metilo) (PMMA) y poli(cloruro de vinilo) entre otros sistemas de polímeros. La estructura de polímero seleccionada crea una matriz bidimensional o tridimensional en la que se pueden incorporar un sistema de solvente y soluto iónico. La incorporación del sistema de solventes con especies iónicas disueltas "plastifica" el polímero de electrolito. A diferencia de la primera clase de sistemas de electrolitos de polímero, la estructura de un sistema de electrolito de polímero plastificado puede no participar en el transporte iónico a través del electrolito. La presencia del solvente es otra diferencia con respecto a la primera clase de sistemas de electrolitos de polímero y actúa para facilitar la transferencia iónica. En algunos ejemplos, el transporte iónico y las conductividades iónicas relacionadas de la estructura de la batería pueden ser mayores en un sistema de electrolito de polímero plastificado por estas razones. En algunos ejemplos, la matriz del sistema de electrolito de polímero plastificado puede mejorar las características relacionadas con las interfaces que se forman entre el electrolito y sus capas colindantes. Como con la primera clase de electrolitos de polímero, el sistema de electrolito de polímero plastificado puede laminarse en condiciones de alta temperatura para mejorar la adherencia a los electrodos.

35

En un ejemplo, un plastificante para usar con composiciones de miembro de electrodo de polímero de poli(vinilideno fluoruro) (PVDF) o copolímero de poli(vinilideno fluoruro-hexafluoropropileno) (PVDF-HFP) es carbonato de propileno (PC). La proporción efectiva de este plastificante puede depender no solo de las características del mismo polímero de matriz deseado. La proporción efectiva también puede verse altamente influenciada por las cantidades y propiedades de otros componentes de la composición, como el volumen y el tamaño de partícula del material del electrodo activo. Por ejemplo, una cantidad efectiva de PC en una formulación de electrodo positivo con PVDF-HFP puede variar de aproximadamente el 60 por ciento al 300 por ciento en peso del componente de polímero de matriz de electrodo. Así, en vista de las numerosas variables de composición que se pueden ajustar, la cantidad de plastificante en cualquier formulación puede determinarse empíricamente en un intervalo bastante amplio de cantidades efectivas y puede depender de las condiciones de uso o de los resultados eléctricos probados.

50

En otra clase de ejemplos de sistemas de electrolito, los sistemas de electrolito de gel pueden ser otro tipo de sistema de electrolito usado en baterías de electrolitos de polímero. Un gel es un tipo de producto de la polimerización que tiene propiedades diferentes a las de una red de polímero solidificada. Los geles consisten de una red tridimensional sólida. La red puede formarse típicamente mediante una copolimerización de monómeros ramificados. La red tridimensional abarca un volumen de un líquido y lo une en su lugar a través de los efectos de tensión superficial. Puede haber numerosos sistemas de polímeros que pueden formar un sistema de electrolito en gel como PMMA, poli(acrilonitrilo) (PAN), poli(fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno) (PVDF-HFP) y muchos otros ejemplos. Los electrolitos en gel pueden mostrar típicamente una alta conductividad iónica. Puede usarse laminación a alta temperatura para fijar el electrolito de polímero de gel a las superficies de los electrodos con buenas características de adhesión. Después del procesamiento de laminación a alta temperatura, se puede añadir una composición de electrolito al fondo del polímero de gel adherido, de la misma manera que una esponja absorbe una composición líquida.

60

Las varias clases de capas de electrolito de polímero pueden usarse en ejemplos de baterías de electrolito de polímero. Dado un sistema que incluye un tipo de material de ánodo, los iones consistentes con el transporte del

65

material del ánodo fuera del ánodo pueden incluirse en el electrolito como se forma o en algunos ejemplos, como con el sistema de electrolito de polímero de gel, añadido posteriormente. La red de polímero de cada una de las clases crea una capa que también puede actuar como separador para las baterías.

5 En un ejemplo, puede prepararse una película de electrolito de polímero/separador moldeando una parte de una composición de recubrimiento sobre una oblea de silicio pulida usando un aparato de recubrimiento por rotación común operado a una velocidad deseada, como 600 rpm, durante un tiempo deseado, como durante 2 segundos, para obtener una película de un espesor y uniformidad deseados. La película se puede secar a temperatura ambiente durante un tiempo apropiado, como durante aproximadamente 10 minutos dentro de los límites del aparato de recubrimiento. La composición de recubrimiento puede prepararse suspendiendo aproximadamente 1,5 g de un copolímero VDF:HFP 88:2 de aproximadamente 380x103 MW Kynar FLEX 2801 en aproximadamente 9 g de tetrahidrofurano anhidro (THF) y añadiendo a esta mezcla aproximadamente 1,5 g de una solución 1M de acetato de zinc, u otras sales electrolíticas apropiadas, en una mezcla 1:1 en peso de carbonato de etileno (EC):carbonato de propileno (PC). La mezcla completa puede calentarse a una temperatura elevada, como aproximadamente 60 grados C durante un período de tiempo, como 30 minutos, para facilitar la disolución. La agitación ocasional de la solución puede ayudar a mantener la fluidez de la solución. La película resultante puede usarse como una película de electrolito de polímero de acuerdo con los varios ejemplos para formar celdas de batería presentadas en esta exposición.

20 Puede ser útil en algunos ejemplos para crear una membrana porosa que está hecha de una estructura de polímero que luego se impregna con electrolito. En un ejemplo no limitativo, puede formarse una solución de moldeado mezclando aproximadamente una proporción de dos a uno de poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) y poli(dimetilsiloxano) (PDMS) en una mezcla de solventes que comprende N-N dimetil acetamida (DMAc) y glicerol. La proporción de DMAc a glicerol puede variarse y puede afectar a características como la porosidad de la capa separadora resultante. Puede usarse un exceso de la mezcla de solventes para permitir que la contracción de la capa resultante en la cavidad forme una capa separadora delgada. La solución resultante se puede moldear sobre un electrolito, enrollar en una lámina o extruir en una forma en algunos ejemplos. Otras maneras de dispensar la solución de moldeado pueden ser consistentes con los procesos descritos en la presente. Después de eso, la estructura puede sumergirse en un baño de agua a temperatura ambiente durante 20-40 horas para permitir que el glicerol se disuelva fuera de la capa separadora y dé como resultado una capa con una porosidad deseada. La capa de electrolito de polímero se puede impregnar luego con una solución que contiene un solvente apropiado como agua y un electrolito, como una sal a base de zinc.

35 Otro medio para producir una celda de batería que contiene un electrolito de polímero con poros para el electrolito incorporado puede ser comenzar con un polímero de gel tal como un sistema basado en PVDF descrito anteriormente. Los electrodos pueden laminarse en el electrolito de polímero con un dispositivo laminador de doble rodillo calentado a aproximadamente 110 grados C y aproximadamente 10 kg/cm de presión del rodillo. Después del enfriamiento, la estructura celular laminada puede sumergirse en un solvente apropiado para extraer el plastificante relacionado con el electrodo. En algunos ejemplos, el solvente puede incluir acetona, éter dietílico o NMP. La estructura resultante puede secarse luego al aire hasta que el solvente de la superficie se evapore y posteriormente puede colocarse en un horno de aire circulante a una temperatura elevada, como aproximadamente 70 grados C durante aproximadamente una hora para continuar con la eliminación del solvente, la humedad y el plastificante residual. El procesamiento puede dar como resultado una pieza de trabajo bien unida que luego se puede envasar en una envoltura de lámina/polímero multicapa herméticamente sellada en una atmósfera de helio junto con una medida de electrolito como una sal de zinc disuelta en un solvente apropiado. El solvente y el electrolito pueden difundirse en la membrana microporosa e impregnarla con un electrolito eléctricamente conductor.

50 Otro medio para producir una celda de batería que contenga un electrolito de polímero con poros para el electrolito incorporado puede ser comenzar con una membrana separadora microporosa comercialmente disponible. Puede prepararse una celda de batería electroquímica laminada montando los electrodos que incluyen el cátodo y el ánodo, respectivamente, junto con un separador microporoso Celgard 2300 que puede contener el electrolito. Los electrodos pueden laminarse al separador con un dispositivo laminador de doble rodillo calentado a aproximadamente 110 grados C y aproximadamente 10 kg/cm de presión del rodillo.

55 Procesamiento ilustrado ejemplar del elemento de energización-electrolito de polímero

En referencia a las Figs. 4A-4F, se puede encontrar una demostración del procesamiento de una batería de electrolito de polímero que comprende un tipo de electrolito de polímero. Las varias capas a formar pueden procesarse de varias maneras y en varios órdenes, pero como ejemplo, un proceso puede comenzar en la Fig. 4A con la obtención de un colector de cátodo 410. En un ejemplo, se puede usar una lámina delgada o película de metal de zinc para el colector de cátodo. Para ayudar a la adhesión de la capa de cátodo, se puede hacer un tratamiento de superficie para añadir un recubrimiento 415 a una superficie de la lámina de titanio. En un ejemplo no limitativo, el tratamiento puede ser un recubrimiento de carbono como el que se ofrece por Lamart Corporation, Clifton, NJ, USA. En algunos ejemplos, una región de la lámina de titanio se puede dejar sin tratar para formar un contacto de cátodo 416. En otros ejemplos, la lámina completa se puede tratar para añadir un recubrimiento, y el recubrimiento se

puede quitar en un paso posterior para exponer el contacto del cátodo 416.

5 Luego, en la Fig. 4B, se puede añadir una mezcla de cátodo sobre el recubrimiento para formar un cátodo 420. Puede haber numerosos medios para añadir el recubrimiento, incluyendo pulverización, impresión y depósito con un proceso de estratificación tipo escobilla o borde de cuchilla. En la estratificación con borde de cuchilla, se puede depositar una cantidad de la mezcla de cátodo detrás de un borde de cuchilla, mientras que el borde de cuchilla se extrae a lo largo de la capa de cátodo para obtener una capa controlada con un espesor uniforme. En algunos otros ejemplos, se puede formar un cátodo mediante la electrodeposición del material del cátodo sobre un conductor de corriente.

10 Un ejemplo de una formulación de mezcla de cátodo completada puede formarse como sigue. Una mezcla de polvo de cátodo compuesta del 88 por ciento de polvo Erachem MnO₂, molida por chorro de agua por Hosikowa, puede combinarse con negro de carbón Super P Li, a una composición del 5 por ciento y con Kynar 2801 PVDF a una composición del 7 por ciento. Una cantidad de acetato de zinc puede disolverse en NMP de tal manera que cuando se mezcla con la mezcla de polvo de cátodo, la cantidad de acetato de zinc está en una proporción de 1:10 para la masa de acetato de zinc a la masa de PVDF. Cuando se mezcla, la lechada resultante puede suspenderse en el NMP y esta cantidad de NMP crea una formulación con un 27 por ciento de sólidos.

15 La lechada resultante se puede mezclar con una barra de agitación magnética durante de 10 a 20 horas a una velocidad como aproximadamente 400 rpm. La lechada mezclada puede desgasificarse. La desgasificación se puede procesar con un mezclador centrífugo planetario Thinky ARE-250 a 2000 rpm durante aproximadamente 2 minutos.

20 Luego la lechada puede aplicarse con una racleta a un grosor de aproximadamente 30-80 micrones. El depósito de lechada se puede hacer sobre una lámina de titanio de grado I de 12,5 micrones de espesor, como la disponible de Arnold Magnetics, que puede recubrirse con una capa de carbono de 1-3 micrones de espesor. El recubrimiento del cátodo sobre la lámina de titanio puede secarse en un horno de laboratorio calentado durante varias horas, como durante un período de 18-24 horas, donde la temperatura puede ser, en un ejemplo, de 50 grados C.

25 La habilitación adicional para las formulaciones y el procesamiento de mezclas de cátodo en dispositivos biomédicos puede encontrarse como se expone en la Solicitud de Patente de Estados Unidos 14/746.204 presentada el 22 de junio de 2015.

30 A continuación, en la Fig. 4C, el electrolito de polímero 430 se puede añadir a la estructura de crecimiento. Como se ha mencionado, puede haber numerosos tipos y clases de electrolitos de polímero que pueden aplicarse. En un ejemplo, el polímero de gel puede estar compuesto de Kynar 2801 con 30 por ciento en peso de acetato de zinc. Esta mezcla se puede transportar en una mezcla de solventes que incluya el 36 por ciento de DMSO y el 64 por ciento de NMP. Esta solución se puede aplicar luego al cátodo usando una racleta. El recubrimiento resultante puede secarse en un ambiente de alta temperatura. En un ejemplo, el secado se puede realizar a aproximadamente 50 grados C en un horno de laboratorio durante varias horas, por ejemplo, de 3 a 6 horas. En algunos ejemplos, se puede realizar un paso de secado adicional a una temperatura aún más alta, como 100 grados C, durante algún tiempo, como durante 1 hora. Este proceso de recubrimiento puede repetirse varias veces para lograr un espesor específico.

35 Puede haber muchas maneras de aplicar la capa de electrolito de polímero, como mediante recubrimiento por rociado, impresión, o estratificación con escobilla o borde de cuchilla. Aquí de nuevo, la capa depositada se puede secar para eliminar una cantidad del solvente.

40 En referencia a la Fig. 4D, se puede aplicar un ánodo de zinc 440 a la capa de electrolito de polímero. La habilitación adicional para las formulaciones y el procesamiento de ánodos en dispositivos biomédicos se puede encontrar como se expone en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 14/819.634 presentada el 6 de agosto de 2015.

45 En algunos ejemplos, la capa superficial del electrolito de polímero puede tener una cantidad adicional de solvente o electrolito de polímero reaplicado para ayudar a la unión entre el electrolito de polímero y la capa de ánodo. En otros ejemplos, el proceso de unión puede proceder sin reaplicación de solvente o electrolito de polímero. Puede haber numerosas maneras para aplicar el ánodo de zinc; sin embargo, en un ejemplo, se puede laminar una lámina de zinc al electrolito polimérico. En algunos ejemplos, el proceso de laminación aplicará calor y presión mientras se evacúa la fase de gas alrededor de la región que se está aplicando. La laminación de los electrodos con electrolitos de polímero recubiertos puede llevarse a cabo entre rodillos de presión calentados a un nivel de temperatura y presión que no afecte significativamente a la estructura del polímero. Por ejemplo, la laminación puede llevarse a cabo entre 70 grados C y 130 grados C, preferiblemente entre 100 grados C y 125 grados C, y más preferiblemente a aproximadamente 110 grados C. La presión, en algunos ejemplos, puede ser una carga de presión lineal entre aproximadamente 20 y 180 kilogramos por centímetro (kg/cm), preferiblemente entre aproximadamente

55 y 125 kg/cm. Puede ser evidente que las condiciones óptimas de temperatura y presión dependerán de la construcción del laminador particular y del modo de uso.

5 En algunos ejemplos, los rollos de material pueden procesarse de las maneras descritas en las Figs. 4A-4C y luego unirse en el proceso de laminación al vacío caliente relacionado con la Fig. 4D. Este proceso puede ser referido como un proceso de fabricación rollo a rollo.

10 En referencia a la Fig. 4E, el dispositivo de batería de electrolito de polímero resultante se puede recocer en un tratamiento térmico 450 que secará la estructura. En algunos ejemplos, el tratamiento térmico también puede mejorar las características en las interfaces recién formadas entre los colectores, el cátodo, el electrolito y el ánodo.

15 La función de la batería formada, así como su biocompatibilidad, puede depender en gran medida de encapsular la estructura de la batería de electrolito de polímero de maneras que aislen la estructura de la batería de su entorno a la vez que permiten que los contactos de la batería se realicen en dispositivos fuera de la encapsulación. Pueden usarse los varios medios de encapsulación que se han tratado en las secciones sobre sellado y envase hasta ahora para realizar el paso de encapsulación 460 ilustrado en la Fig. 4F.

20 La habilitación adicional para las formulaciones y el procesamiento de ánodos en dispositivos biomédicos se puede encontrar como se expone en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 14/827.613 presentada el 17 de agosto de 2015.

25 En algunos ejemplos, pueden usarse un par de películas de encapsulación para rodear el elemento de batería. Las películas pueden precortarse en varias localizaciones para exponer las regiones en las que están localizados los contactos del colector. Posteriormente, las dos películas pueden colocarse alrededor del elemento de batería y unirse entre sí en un sello. En algunos ejemplos, el sello puede formarse tratando térmicamente las capas de sellado para que fluyan entre sí y formen un sello. En otros ejemplos relacionados, se puede usar un láser para formar un sello. Puede haber otros materiales de sellado, como pegamentos y adhesivos que pueden añadirse sobre el sello formado para mejorar la integridad del sello.

30 Puede haber otro procesamiento posterior que se realice sobre los elementos de la batería. En los ejemplos en los que los rollos de material se tratan para formar los elementos de batería encapsulada, un proceso posterior puede separar o cortar los elementos de batería de la lámina resultante que se forma. Puede usarse un láser para cortar las baterías. En otros ejemplos, se puede usar un troquel perforar los elementos de la batería con una superficie de corte conformada específicamente. Como se ha mencionado anteriormente, algunos diseños de batería separados pueden ser rectilíneos, mientras que otros diseños pueden ser curvilíneos, coincidiendo por ejemplo con una curva de una pieza de inserción de lente de contacto.

35 Resultados de rendimiento ejemplares para baterías de electrolito de polímero

40 Se han formado muestras ejemplares de baterías de electrolito de polímero utilizando el ejemplo de procesamiento al que se hace referencia en relación con las Figs. 4A- 4F. En referencia a las FIG 5A-D, se encuentran los resultados de la caracterización de las muestras ejemplares. Las muestras se formaron con un factor de forma global de 5 mm por 1 mm y un espesor de aproximadamente 135 micrones. Para los datos de caracterización, el área de ánodo efectiva para las muestras de batería fue de aproximadamente $3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$. En la Fig. 5A, se pueden encontrar las características de descarga de una celda de batería ejemplar. Se puede observar un rendimiento estable con un voltaje de celda de aproximadamente 1,3 V, lo que indica una capacidad de energía y un rendimiento de vida útil de la celda buenos. En la Fig. 5B, se ha realizado la caracterización de frecuencia de muestras ejemplares y se muestra el gráfico "Nyquist" resultante. En las Figs. 5C y 5D se muestran los caracteres de frecuencia brutos. La Fig. 5C muestra los resultados de impedancia frente a frecuencia obtenidos. La Fig. 5D muestra los resultados del ángulo de fase frente a frecuencia medidos a partir de muestras ejemplares.

50 Un enfoque basado en cavidades para baterías primarias de polímero

55 Un enfoque de laminado basado en cavidades puede proporcionar medios para fabricar baterías de polímero del tipo presentado en la presente, un enfoque que puede ser particularmente útil para baterías de forma curvilínea.

60 La habilitación adicional para los dispositivos basados en cavidades y los dispositivos biomédicos de procesamiento puede encontrarse como se expone en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos. 14/746.160 presentada el 22 de junio de 2015.

65 La cavidad puede permitir características que proporcionen marcas de registro para la alineación de los distintos pasos de procesamiento. Además, para el procesamiento que implica el depósito de capas con filo de cuchilla, la presencia de una cavidad alineada puede facilitar la utilización eficiente de productos químicos y láminas. La estructura laminada también puede soportar las películas de contacto independientemente del espesor de dichas

películas para un diseño de batería particular.

Las capas laminadas usadas para formar una cavidad también pueden someterse a una singularización de tipo punzón en múltiples pasos. Por ejemplo, la región límite deseada alrededor de un elemento de la batería puede cortarse con un punzón donde los contactos del colector y el ánodo no están aislados. Por tanto, las baterías pueden estar encapsuladas en forma de lámina. Esto puede ser de particular valor para elementos de batería de forma curvilínea.

En referencia a las Figs. 6A-6C, se representa un ejemplo de una celda de batería basada en cavidad modificada con aspectos de sellado/difusión ejemplares. Hay que tener en cuenta que la forma de la batería representada es rectilínea; sin embargo, se puede entender que las formas curvilíneas siguen la mayoría del mismo procesamiento. Los detalles ejemplares para los pasos de procesamiento, como las formulaciones de la lechada cátodo y la mezcla de fundición de electrolitos pueden ser similares o idénticos a los ejemplos descritos anteriormente en esta descripción; por lo tanto, en el siguiente ejemplo se proporciona una descripción resumida de esos pasos.

Empezando con la Fig. 6A, se ilustra una vista de arriba a abajo de un elemento de energización biocompatible ejemplar con electrolitos de polímero y sin encapsulación. La región periférica 601 puede aislarse para permitir que las películas de la parte superior e inferior encapsulen el elemento de energización. El dispositivo de batería puede contener por lo menos un colector de corriente de ánodo 602 con ánodo, y adhesivos/selladores internos para conectar el colector de corriente con la pieza laminada. La envoltura capaz de sellar la región periférica 601 puede comprender piezas laminadas de película de polímero 609 capaces de sellar como polipropileno, tal como se describe con mayor detalle a continuación. Los adhesivos/selladores internos pueden comprender adhesivos sensibles a la presión (PSA), como poliisobutileno. Puede haber un contacto de ánodo externo 603.

El poliisobutileno (PIB) puede ser un material disponible comercialmente que puede formularse en composiciones de PSA que cumplan con muchos, si no todos, los requisitos. Además, el PIB puede ser un excelente sellador de barrera con muy baja absorción de agua y baja permeabilidad al oxígeno. Un ejemplo de PIB útil en los ejemplos de la presente invención puede ser el Oppanol® B15 de BASF Corporation.

Luego, la Fig. 6B ilustra una vista de abajo a arriba ejemplar del elemento de batería sin encapsulación. En la presente, la periferia 601 del dispositivo se puede recortar de sus capas circundantes y permitir la encapsulación del dispositivo en pasos posteriores. En algunos ejemplos, los sellos pueden formarse mediante un proceso de soldadura que puede involucrar procesamiento térmico, con láser, con solvente, de fricción, ultrasónico o de arco. En otros ejemplos, los sellos pueden formarse mediante el uso de selladores adhesivos tales como pegamentos, epoxis, acrílicos, goma natural y goma sintética. Otros ejemplos pueden derivarse de la utilización de material de tipo junta que puede formarse a partir de corcho, goma natural y sintética, politetrafluoroetileno (PTFE), polipropileno y siliconas, por mencionar unos pocos ejemplos no limitativos. Desde abajo, también es visible un colector de corriente de cátodo 604 con cátodo. Puede haber un contacto de cátodo externo 605.

La Fig. 6C ilustra una vista en sección transversal del borde largo ejemplar de una batería de polímero sin encapsulación que contiene un colector de corriente de ánodo 602 donde el colector de corriente de ánodo es también el ánodo, un colector de corriente de cátodo 604 con el cátodo 612 y un electrolito de polímero 610 que también funciona como un separador y un adhesivo/sellador 608 para sellar las piezas laminadas 609 con las capas colectoras asociadas y entre sí.

Durante el procesamiento posterior, la periferia 601 del dispositivo puede estar envuelta con capas de sellado. Las capas pueden encerrar los componentes del elemento de energización biocompatible desde la parte superior e inferior; los contactos del colector del ánodo y del cátodo no están sellados en los extremos, por lo que se puede hacer contacto externo.

En referencia a las Figs. 7A-7J se representa el procesamiento de una batería a base de electrolito de polímero. La Fig. 7A muestra un contacto de cátodo 710 con un recubrimiento de carbono 715. En los ejemplos en los que el recubrimiento de carbono puede recubrir ambos lados del contacto del cátodo, una parte se puede proteger o retirar para exponer una conexión de contacto. El procesamiento puede continuar a la Fig. 7B, una capa laminada 720 con una capa de liberación 721 puede tener una cavidad preformada 722. La capa laminada 720 puede adherirse al contacto de cátodo 710 sobre el recubrimiento de carbono 715. Con referencia a la Fig. 7C, puede usarse una lechada de cátodo, como se trata en la referencia a la Fig. 4B, para llenar la cavidad 722 con el cátodo 730. En la Fig. 7D la capa de liberación puede retirarse y la capa de cátodo puede secarse mediante los varios medios que se han tratado anteriormente. Esto forma las piezas de cátodo que pueden unirse a las piezas del ánodo y electrolito. Los pasos de procesamiento ejemplares para formar las piezas de ánodo y electrolito siguen en los pasos siguientes.

En referencia a la Fig. 7E, un contacto de ánodo 750, que puede ser una película de zinc como se ha

tratado en secciones anteriores, o que puede ser una película de ánodo de varios tipos puede tener una segunda película laminada 751 con una segunda cavidad 753 colocada en la misma. La segunda cavidad 753 puede alinearse con la primera cavidad 722 cuando las dos piezas finalmente se juntan en última instancia. La pieza laminada puede tener una capa de liberación 752. Con referencia a la Fig. 7F la segunda cavidad puede llenarse con una formulación de electrolito de polímero como se ha descrito anteriormente en esta descripción para formar el electrolito de polímero 760.

En referencia a la Fig. 7G, la capa de liberación 752 puede retirarse y el electrolito polimérico puede secarse mediante varios medios. Las dos piezas, el cátodo lleno de laminado y el electrolito de polímero lleno de laminado pueden juntarse como se muestra en la Fig. 7H. Un laminador de vacío 770 puede calentar las dos piezas y presionarlas juntas para formar la pieza laminada como se muestra en la Fig. 7I. La estructura laminada puede tener numerosas marcas de alineación impresas en el cuerpo laminado que se pueden usar para la alineación de los varios procesos y pueden alinear regiones objetivo alrededor del cuerpo de la batería para ser cortadas mediante punzonado o corte con láser o por otros medios. El corte puede usarse para cortar material alrededor de la batería. En la Fig. 7J, se muestra una vista de arriba a abajo con un cuerpo de batería 780 que ha tenido material de la estructura laminada cortado o perforado para formar el hueco 781. Un proceso de sellado posterior con una lámina por encima y por debajo de la capa de la batería puede crear ahora un sello completamente alrededor del cuerpo de la batería. En algunos ejemplos, las láminas de sellado por encima y por debajo del cuerpo de la batería pueden tener orificios que se alinean con los puntos de contacto deseados en los colectores de corriente. En el ejemplo representado, las pestañas 782 para sujetar los cuerpos de la batería pueden dejarse conectadas a la batería. Las capas de sellador pueden no cubrir una región final de las baterías cuando estas pestañas 782 se cortan posteriormente para singularizar los elementos de la batería. En algunos ejemplos, los medios de singularización que incluyen el corte por láser o el punzonado con matriz caliente pueden crear un sello en estas capas a medida que se corta. En los ejemplos, se representa un cuerpo de batería lineal, pero pueden procesarse formas curvilíneas de una manera similar usando los pasos que se han descrito.

Las estructuras de sellado bien diseñadas y los materiales de sellado asociados pueden mejorar la biocompatibilidad del dispositivo de energización ya que los materiales pueden mantenerse en zonas que no tienen interacción con las superficies biológicamente en contacto. Además, los sellos bien formados pueden mejorar la capacidad de la batería para recibir fuerzas de varios tipos y no romperse, exponiendo el contenido de la cavidad o cavidades de una batería.

La composición de electrolito de polímero mejora inherentemente la biocompatibilidad del elemento de activación, así como su resistencia a los efectos de la difusión externa en la batería. El aspecto de estado sólido de la estructura de polímero y su contención de iones, ya sea en solvente o no, minimiza las fuerzas que pueden provocar pérdida de electrolito por difusión fuera del dispositivo.

Los ejemplos en la presente han tratado dispositivos de batería primaria de electrolito de polímero que se han formado de acuerdo con las varias maneras descritas en la presente invención. En un nivel más alto, en algunos ejemplos, estos dispositivos de batería pueden incorporarse a dispositivos biomédicos, como lentes oftálmicas, como se trata en referencia a la Fig. 1B.

En los ejemplos de lentes de contacto, el dispositivo de la batería puede conectarse a un elemento electroactivo donde la batería se encuentra dentro de un inserto con el elemento electroactivo o fuera del inserto. El inserto, el elemento electroactivo y la batería en su totalidad pueden encapsularse con formulaciones de hidrogel apropiadas para proporcionar biocompatibilidad del dispositivo biomédico. En algunos ejemplos, el hidrogel puede contener formulaciones que retienen los aspectos de humectación del hidrogel de encapsulación. Por tanto, numerosos aspectos de la biocompatibilidad relacionados con la cubierta que contiene los componentes son relevantes para la biocompatibilidad del dispositivo biomédico en su conjunto. Estos aspectos pueden incluir permeabilidad al oxígeno, humectabilidad, compatibilidad química y permeabilidad del soluto como algunos ejemplos no limitativos.

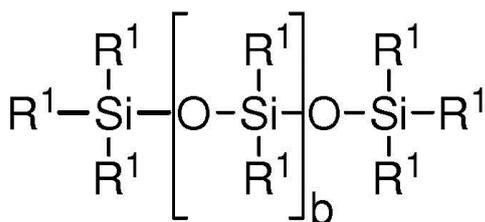
La batería y el inserto pueden interactuar con ambientes húmedos, y por lo tanto, las estrategias para la biocompatibilidad de la batería solo son muy relevantes para el dispositivo biomédico general. En algunos ejemplos, se puede prever que los sellos eviten la entrada y salida de materiales en el inserto y en el dispositivo de batería. En estos ejemplos, el diseño de la capa de encapsulación de hidrogel puede alterarse para permitir la humectabilidad y la permeabilidad alrededor del inserto y el dispositivo de batería, por ejemplo. En algunos otros ejemplos, la evolución del gas puede permitir que algunas especies de gas pasen a través de los dispositivos de batería, a través de la encapsulación de hidrogel y al entorno del dispositivo biomédico. Las partes de un dispositivo biomédico, ya sea para un dispositivo oftálmico o para otros dispositivos, los fluidos de contacto y las capas celulares de un usuario pueden diseñarse para hacer coincidir las capas de interfaz del dispositivo biomédico con el entorno biológico en el que residirá el dispositivo biomédico.

Capas de encapsulación externa de dispositivos electroactivos y baterías

En algunos ejemplos, un material de encapsulación preferido que puede formar una capa de encapsulación en un dispositivo biomédico puede incluir un componente que contiene silicona. En un ejemplo, esta capa de encapsulación puede formar un faldón de lente de una lente de contacto. Un "componente que contiene silicona" es uno que contiene por lo menos una unidad [-Si-O-] en un monómero, macrómero o prepolímero. Preferiblemente, el Si total y el O unido están presentes en el componente que contiene silicona en una cantidad mayor que aproximadamente el 20 por ciento en peso, y más preferiblemente mayor que el 30 por ciento en peso del peso molecular total del componente que contiene silicona. Los componentes que contienen silicona útiles comprenden preferiblemente grupos funcionales polimerizables como acrilato, metacrilato, acrilamida, metacrilamida, vinilo, N-vinil lactama, N-vinilamida y grupos funcionales de estirilo.

En algunos ejemplos, el faldón de lente oftálmica, también llamada capa de encapsulación de inserción, que rodea la inserción puede estar compuesta por formulaciones de lente oftálmica de hidrogel estándar. Los materiales ejemplares con características que pueden proporcionar una compatibilidad aceptable con numerosos materiales de inserción pueden incluir, la familia Narafilcon (incluyendo Narafilcon A y Narafilcon B), y la familia Etafilcon (incluyendo Etafilcon A). Sigue una exposición más técnicamente inclusiva sobre la naturaleza de los materiales de acuerdo con la técnica descrita en la presente. Un experto en la técnica puede reconocer que otro material distinto de los tratados también puede formar un cierre aceptable o un cierre parcial de los insertos sellados y encapsulados y debe considerarse consistente e incluirse dentro del alcance de las reivindicaciones.

Los componentes que contienen silicona adecuados incluyen los compuestos de Fórmula I



dónde

R1 se selecciona independientemente de grupos reactivos monovalentes, grupos alquilo monovalentes o grupos arilo monovalentes, cualquiera de los anteriores puede comprender además la funcionalidad seleccionada de hidroxilo, amino, oxa, carboxi, alquilcarboxi, alcoxi, amido, carbamato, carbonato, halógeno o combinaciones de los mismos; y cadenas de siloxano monovalentes que comprenden 1-100 unidades de repetición Si-O que pueden comprender además una funcionalidad seleccionada de alquilo, hidroxilo, amino, oxa, carboxi, alquilcarboxi, alcoxi, amido, carbamato, halógeno o combinaciones de los mismos; donde b = 0 a 500, donde se entiende que cuando b es distinto de 0, b es una distribución que tiene un modo igual a un valor establecido;

en donde por lo menos un R1 comprende un grupo reactivo monovalente, y en algunos ejemplos entre uno y 3 R1 comprenden grupos reactivos monovalentes.

Como se usa en la presente, "grupos reactivos monovalentes" son grupos que pueden experimentar polimerización por radicales libres y/o catiónica. Ejemplos no limitativos de grupos reactivos de radicales libres incluyen (met)acrilatos, estirilos, vinilos, éteres de vinilo, alquil(met)acrilatos C1-6, (met)acrilamidas, alquil(met)acrilamidas C1-6, N-vinilactamas, N-vinilamidas, alquencilos C2-5, alquencilfenilos C2-5, alquencilnaftilos C2-5, alquencilfenilosC2-5alquilosC1-6, O-vinilcarbamatos y O-vinilcarbonatos. Ejemplos no limitativos de grupos reactivos catiónicos incluyen éteres de vinilo o grupos epóxido y mezclas de los mismos. En una realización, los grupos reactivos de radicales libres comprenden (met)acrilato, acriloxi, (met)acrilamida y mezclas de los mismos.

Los grupos alquilo y arilo monovalentes adecuados incluyen grupos alquilo C1 a C16 monovalentes no sustituidos, grupos arilo C6-C14, como metilo, etilo, propilo, butilo, 2-hidroxipropilo, propoxipropilo, polietileno propilo sustituido y no sustituido, combinaciones de los mismos y similares.

En un ejemplo, b es cero, un R1 es un grupo reactivo monovalente, y por lo menos 3 R1 se seleccionan de grupos alquilo monovalentes que tienen de 1 a 16 átomos de carbono, y en otro ejemplo de grupos alquilo monovalentes que tienen de 1 a 6 átomos de carbono. Ejemplos no limitativos de componentes de silicona de esta realización incluyen éster de 2-metil-,2-hidroxi-3-[3-[1,3,3,3-tetrametil-1-[(trimetilsilil)oxi]disiloxanil]propoxi]propilo ("SIGMA"),

2-hidroxi-3-metacriloxipropiloxipropil-tris(trimetilsiloxi)silano,

3-metacriloxipropiltris(trimetilsiloxi)silano ("TRIS"),
 3-metacriloxipropilbis(trimetilsiloxi)metilsilano y
 3-metacriloxipropilpentametil disiloxano.

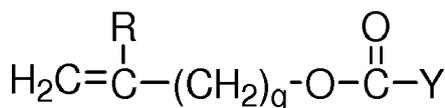
5 En otro ejemplo, b es de 2 a 20, de 3 a 15 o en algunos ejemplos de 3 a 10; por lo menos un R1 terminal
 comprende un grupo reactivo monovalente y los R1 restantes se seleccionan de grupos alquilo monovalentes que
 tienen de 1 a 16 átomos de carbono, y en otra realización de grupos alquilo monovalentes que tienen de 1 a 6
 10 átomos de carbono. En otra realización más, b es de 3 a 15, un terminal R1 comprende un grupo reactivo
 monovalente, el otro terminal R1 comprende un grupo alquilo monovalente que tiene de 1 a 6 átomos de carbono y
 los R1 restantes comprenden un grupo alquilo monovalente que tiene de 1 a 3 átomos de carbono. Ejemplos no
 limitativos de componentes de silicona de esta realización incluyen polidimetilsiloxano terminado en éter de (mono-
 (2-hidroxi-3-metacriloxipropil)-propilo (400-1000 MW)) ("OH-mPDMS"), polidimetilsiloxanos terminados en mono-n-
 butilo terminado en monometacriloxipropilo (800-1000 MW),("mPDMS").

15 En otro ejemplo, b es de 5 a 400 o de 10 a 300, ambos R1 terminales comprenden grupos reactivos
 monovalentes y los R1 restantes se seleccionan independientemente de grupos alquilo monovalentes que tienen de
 1 a 18 átomos de carbono, que pueden tener enlaces éter entre los átomos de carbono y pueden además
 comprender halógeno.

20 En un ejemplo, cuando se desea una lente de hidrogel de silicona, la lente de la presente invención se
 elaborará a partir de una mezcla reactiva que comprende por lo menos aproximadamente el 20 y preferiblemente
 entre aproximadamente el 20 y el 70% en peso de componentes que contienen silicona en base al peso total de
 componentes monoméricos reactivos de los cuales está elaborado el polímero.

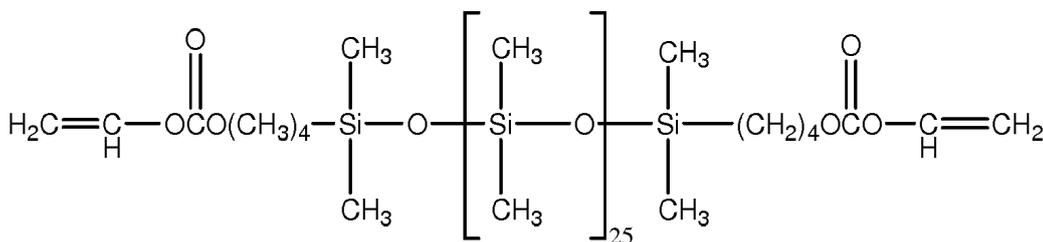
25 En otra realización, de uno a cuatro R1 comprenden un carbonato de vinilo o carbamato de la fórmula:

Formula II



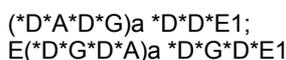
35 en donde: Y denota O-, S- o NH-;
 R denota, hidrógeno o metilo; d es 1, 2, 3 o 4; y q es 0 o 1.

40 Los monómeros de carbonato de vinilo o carbamato de vinilo que contienen silicona incluyen
 específicamente: 1,3-bis[4-(viniloxicarbonilo)but-1-il]tetrametil-disiloxano; 3-(viniloxicarbonil) propil-
 [tris(trimetilsiloxi)silano]; carbamato de 3-[tris (trimetilsiloxi)silil]propil alilo; carbamato de 3-
 [tris(trimetilsiloxi)silil]propilvinilo; carbonato de trimetilsililetil vinilo; carbonato de trimetilsililmetil vinilo, y



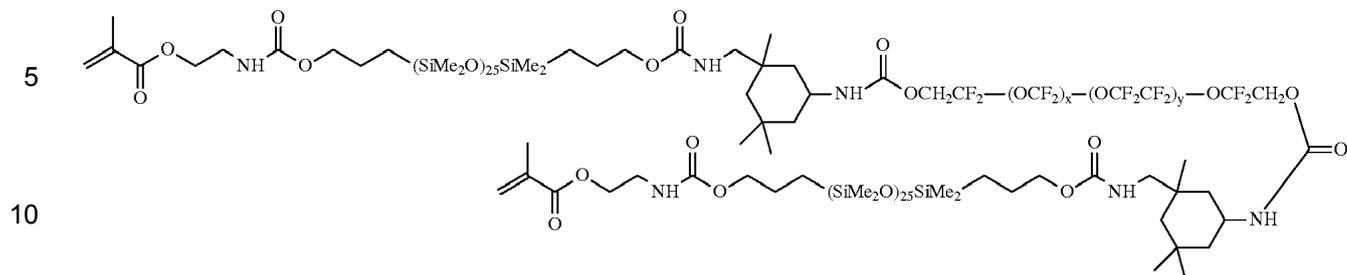
55 Cuando se deseen dispositivos biomédicos con un módulo inferior a aproximadamente 200, solo un R1
 comprenderá un grupo reactivo monovalente y no más de dos de los grupos R1 restantes comprenderán grupos
 siloxano monovalentes.

Otra clase de componentes que contienen silicona incluye macrómeros de poliuretano de las siguientes
 fórmulas:
 60 Fórmulas IV-VI



o;
 65 $\text{E}(*\text{D}^*\text{A}^*\text{D}^*\text{G}^*)_a * \text{D}^*\text{A}^*\text{D}^*\text{E}1$

Formula X



15 Otros componentes que contienen silicona adecuados para su uso en esta invención incluyen macrómeros que contienen polisiloxano, éter de polialquileno, diisocianato, hidrocarburo polifluorado, grupos de éteres y polisacáridos polifluorados; polisiloxanos con un injerto polar fluorado o un grupo lateral que tiene un átomo de hidrógeno unido a un átomo de carbono difluoro-sustituido terminal; metacrilatos de siloxanilo hidrófilos que contienen enlaces éter y siloxanilo y monómeros reticulables que contienen grupos poliéter y polisiloxanilo. En algunos ejemplos, la estructura de polímero puede tener zwitteriones incorporados en él. Estos zwitteriones pueden mostrar cargas de ambas polaridades a lo largo de la cadena del polímero cuando el material está en presencia de un solvente. La presencia de los zwitteriones puede mejorar la humectabilidad del material polimerizado. En algunos ejemplos, cualquiera de los polisiloxanos anteriores también se puede usar como una capa de encapsulación en la presente invención.

25 Dispositivos biomédicos que usan baterías con electrolitos poliméricos

Las baterías biocompatibles pueden usarse en dispositivos biocompatibles como, por ejemplo, dispositivos electrónicos implantables, como marcapasos y recolectores de microenergía, píldoras electrónicas para monitorizar y/o probar una función biológica, dispositivos quirúrgicos con componentes activos, dispositivos oftálmicos, bombas microdimensionadas, desfibriladores, stents, y similares.

30

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo biomédico que comprende:

- 5 un componente electroactivo;
una batería que incluye un colector de corriente de ánodo; un colector de corriente de cátodo;
un ánodo (750); un electrolito de polímero (760), en donde el electrolito de polímero (760) comprende una especie iónica; un cátodo de óxido de metal de transición (730);
- 10 una primera capa laminada (751) que comprende una primera cavidad (753), en donde la primera cavidad contiene una cantidad del electrolito de polímero (760); y
una segunda capa laminada (720) que comprende una segunda cavidad (722) en donde la segunda cavidad (753) contiene una cantidad del cátodo de óxido de metal de transición (730); y
la primera capa laminada (751) y la segunda capa laminada (720) forman una pieza laminada de tal
15 manera que la segunda cavidad (722) se alinea con la primera cavidad (753); y
una primera capa de encapsulación biocompatible, en donde la primera capa de encapsulación biocompatible encapsula por lo menos el componente electroactivo y la batería.

20 **2.** El dispositivo biomédico de la reivindicación 1, en el que el ánodo (750) comprende zinc; en el que el ánodo (750) y el colector de corriente de ánodo son una única capa; y en el que el cátodo de óxido de metal de transición (730) comprende manganeso.

3. El dispositivo biomédico de la reivindicación 2, en el que la composición del electrolito (760) comprende poli (fluoruro de vinilideno).

25 **4.** El dispositivo biomédico de la reivindicación 3, en el que la composición del electrolito (760) comprende ión de zinc.

5. El dispositivo biomédico de la reivindicación 4, en el que la composición del cátodo de dióxido de manganeso (730) comprende dióxido de manganeso electrolítico molido por chorro.

6. El dispositivo biomédico de la reivindicación 4, en el que la composición del cátodo de dióxido de manganeso (730) comprende poli (fluoruro de vinilidina).

35 **7.** El dispositivo biomédico de la reivindicación 6, en el que la composición del cátodo de dióxido de manganeso comprende negro de carbón.

8. El dispositivo biomédico de la reivindicación 7, en el que el ánodo de zinc (750) es una lámina de zinc.

40 **9.** El dispositivo biomédico de la reivindicación 1, en el que la batería comprende un sello en películas de encapsulación que encierran más del 90 por ciento de las partes de la batería que no se usan para hacer contactos externos.

45 **10.** El dispositivo biomédico de la reivindicación 1, en el que el espesor de la batería es menor de 1 mm, menor de 500 micrones o menor de 250 micrones por lo menos a lo largo de una primera dimensión de la extensión de la batería.

11. El dispositivo biomédico de la reivindicación 1, en el que el espesor de la batería es menor de 250 micrones por lo menos a lo largo de una primera dimensión de la extensión de la batería y en el que la forma de la batería es curvilínea.

50 **12.** Un método para fabricar una batería que comprende:

- 55 obtener una película del colector de cátodo (710), en donde la película de contacto de cátodo comprende titanio; recubrir la película del colector de cátodo (710) con un recubrimiento de carbono (715);
obtener una primera capa laminada (720), en donde la primera capa laminada (720) comprende un primer cuerpo y por lo menos una primera capa de liberación (721) y un adhesivo sensible a la presión sobre las superficies del cuerpo;
cortar un orificio en la primera capa laminada (720);
60 adherir la película del colector de cátodo (710) con el recubrimiento de carbono (715) a la primera capa laminada (720), en donde el orificio en la primera capa laminada (720) y la película del colector de cátodo (710) con recubrimiento de carbono (715) crean una primera cavidad (722);
depositar una lechada de óxido de metal de transición (730) en la primera cavidad (722) y sobre el recubrimiento de carbono (715);
65 secar el depósito de óxido de metal de transición;

obtener una segunda capa laminada (751), en donde la segunda capa laminada comprende un segundo cuerpo y por lo menos una segunda capa de liberación (752) y un adhesivo sensible a la presión sobre las superficies del segundo cuerpo;

5 cortar un orificio en la segunda capa laminada (751);

adherir una lámina de metal (750) a la segunda capa laminada (751), en donde el orificio en la segunda capa laminada (751) y la lámina de metal (750) crean una segunda cavidad (753);

depositar un electrolito de polímero (760) que comprende constituyentes iónicos en la segunda cavidad (753);

secar el electrolito de polímero (760);

10 laminar la primera capa laminada (720) a la segunda capa laminada (751), en donde la primera cavidad (722) y la segunda cavidad (753) se alinean por lo menos en una parte respectiva y el electrolito de polímero (760) y el depósito de óxido de metal de transición se laminan juntos;

cortar material de las capas laminadas (720, 751) en una región periférica a la primera cavidad (753) y la segunda cavidad (722);

15 encapsular la lámina de metal, el electrolito de polímero (760), el depósito de óxido de metal de transición, el colector de cátodo (710), la primera capa laminada (720) y la segunda capa laminada (751) en una película de encapsulación biocompatible; y

singularizar un elemento de batería a partir de la lámina de metal encapsulada (750), el electrolito de polímero (760), el depósito de óxido de metal de transición (730), y el colector de cátodo (710) en una película de encapsulación biocompatible.

20 **13.** El método de la reivindicación 12, en el que el óxido de metal de transición (730) comprende manganeso, en el que la lámina de metal (750) comprende zinc; y en el que los constituyentes iónicos comprenden zinc.

25 **14.** El método de la reivindicación 13, en el que el elemento de batería singularizada tiene un espesor de menos de 1 mm, menos de 500 micrones, o menos de 250 micrones por lo menos a lo largo de una primera dimensión de la extensión del elemento de batería singularizada.

15. El método de la reivindicación 13, en el que la forma del elemento de batería singularizada es curvilínea.

30 **16.** Un método para energizar un dispositivo biomédico que comprende:

obtener una película del colector de cátodo (710), en donde la película de contacto de cátodo (710) comprende titanio; recubrir la película del colector de cátodo (710) con un recubrimiento de carbono (715);

35 obtener una primera capa laminada (720), en donde la primera capa laminada (720) comprende un primer cuerpo y por lo menos una primera capa de liberación y un adhesivo sensible a la presión sobre las superficies del cuerpo;

cortar un orificio en la primera capa laminada (720);

40 adherir la película del colector de cátodo (710) con el recubrimiento de carbono (715) a la primera capa laminada (720), en donde el orificio en la primera capa laminada (720) y la película del colector de cátodo (710) con recubrimiento de carbono crean una primera cavidad (722);

depositar una lechada de dióxido de manganeso en la primera cavidad (722) y sobre el recubrimiento de carbono (715); secar el depósito de dióxido de manganeso;

45 obtener una segunda capa laminada (751), en donde la segunda capa laminada (751) comprende un segundo cuerpo y por lo menos una segunda capa de liberación (752) y un adhesivo sensible a la presión sobre las superficies del segundo cuerpo;

cortar un orificio en la segunda capa laminada (751);

50 adherir una lámina de zinc (750) a la segunda capa laminada (751), en donde el orificio en la segunda capa laminada (751) y la lámina de zinc (750) crean una segunda cavidad (752);

depositar un electrolito polímero (760) que comprende constituyentes iónicos en la segunda cavidad (752);

secar el electrolito de polímero (760);

55 laminar la primera capa laminada (720) a la segunda capa laminada, en donde la primera cavidad (722) y la segunda cavidad (752) se alinean por lo menos en una parte respectiva y el electrolito de polímero (760) y el depósito de dióxido de manganeso se laminan juntos;

cortar material de las capas laminadas en una región periférica a la primera cavidad (722) y la segunda cavidad (752);

60 encapsular la lámina de zinc, el electrolito de polímero (760), el depósito de dióxido de manganeso (730), el colector de cátodo (710), la primera capa de laminado (720) y la segunda capa de laminado (751) en una película de encapsulación biocompatible;

conectar el colector de corriente de ánodo (750) a un dispositivo electroactivo;

65 conectar el colector de corriente de cátodo (710) al dispositivo electroactivo;

encapsular la estructura laminar y el dispositivo electroactivo en una segunda capa de encapsulación biocompatible para formar un dispositivo biomédico.

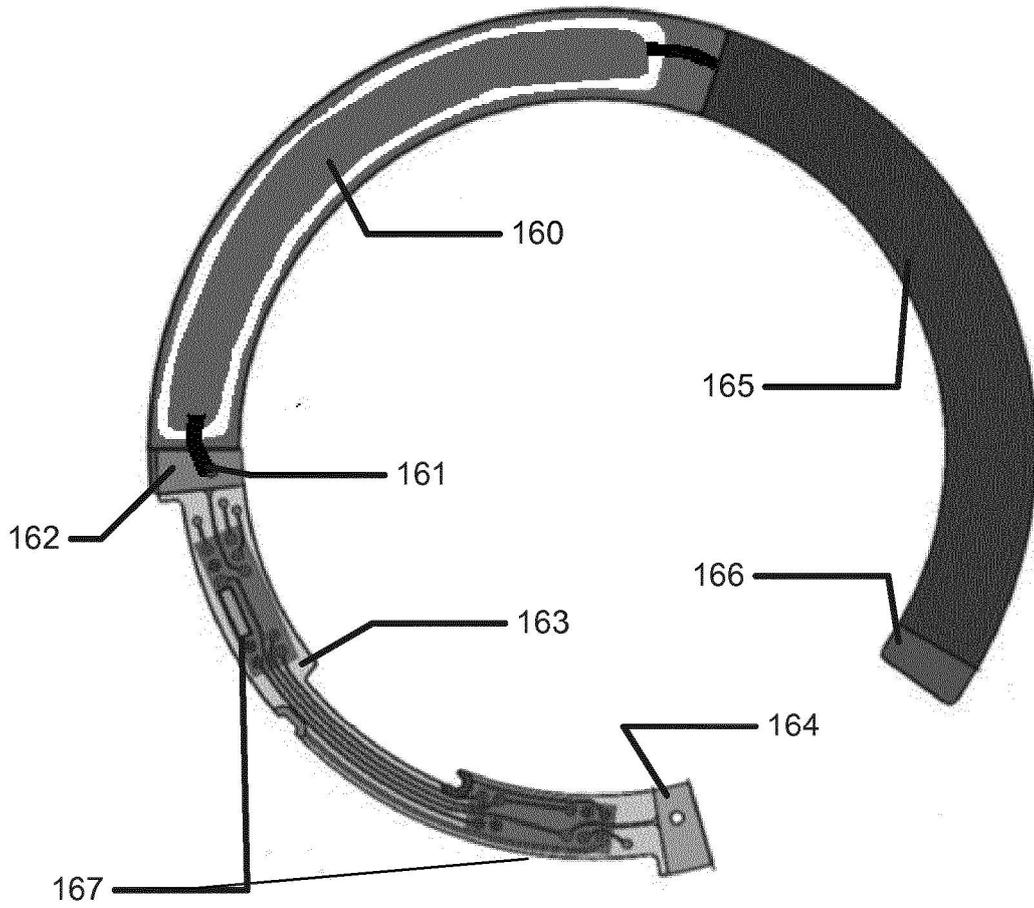


FIG. 1C

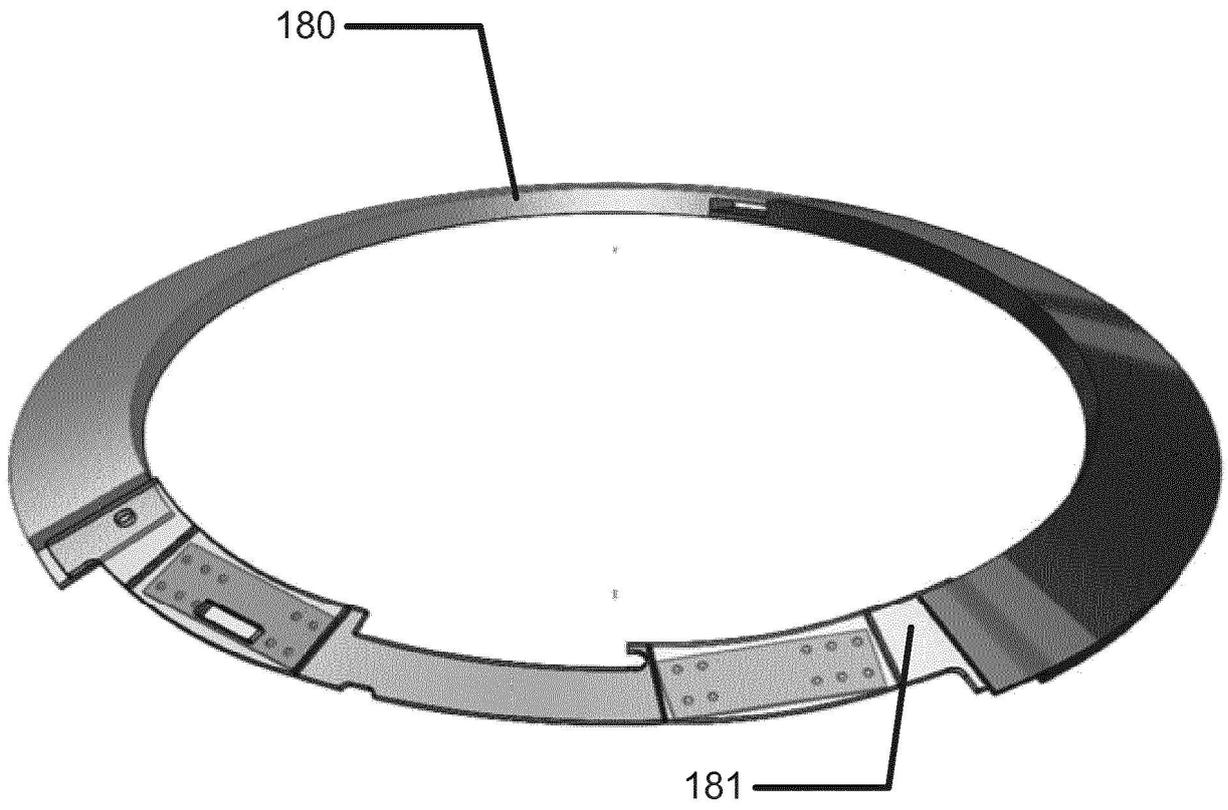


FIG. 1D

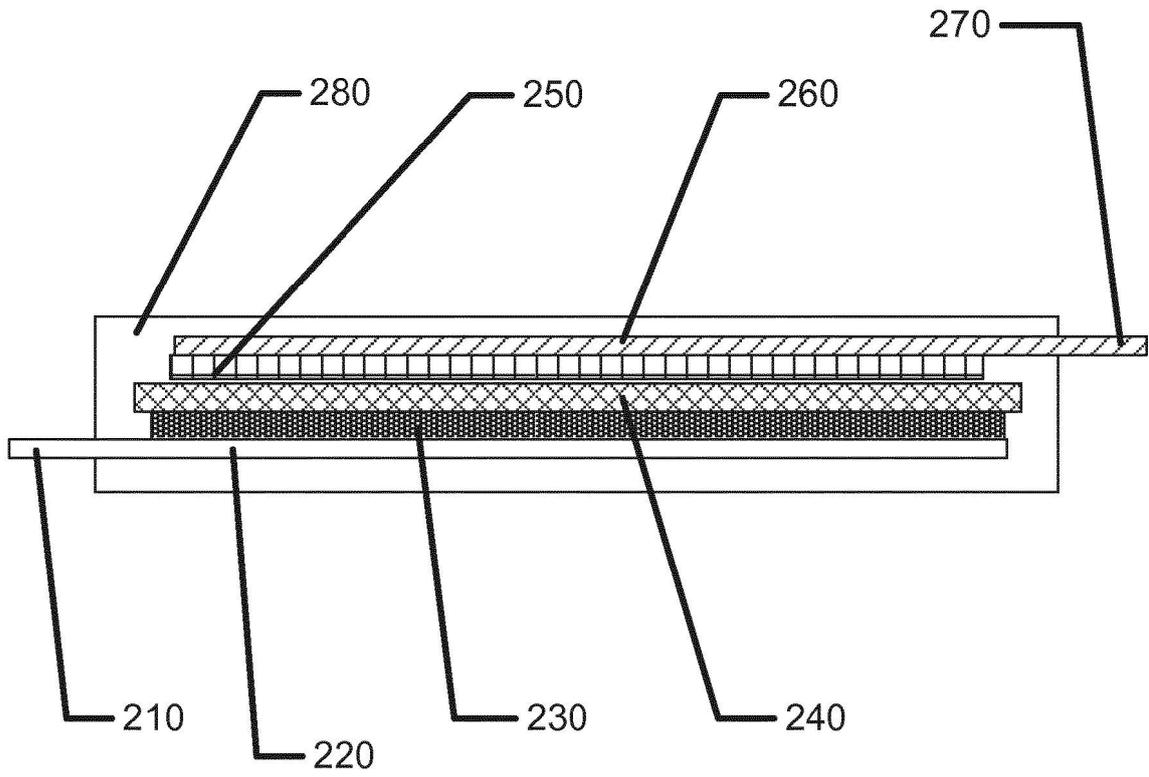


FIG. 2

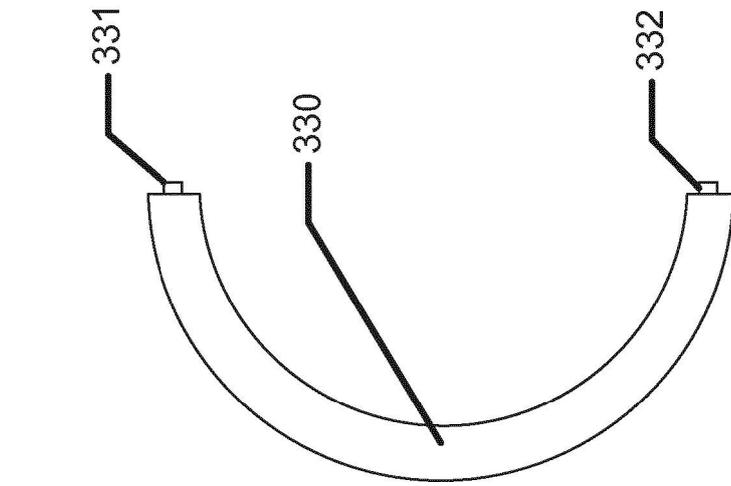


FIG. 3B

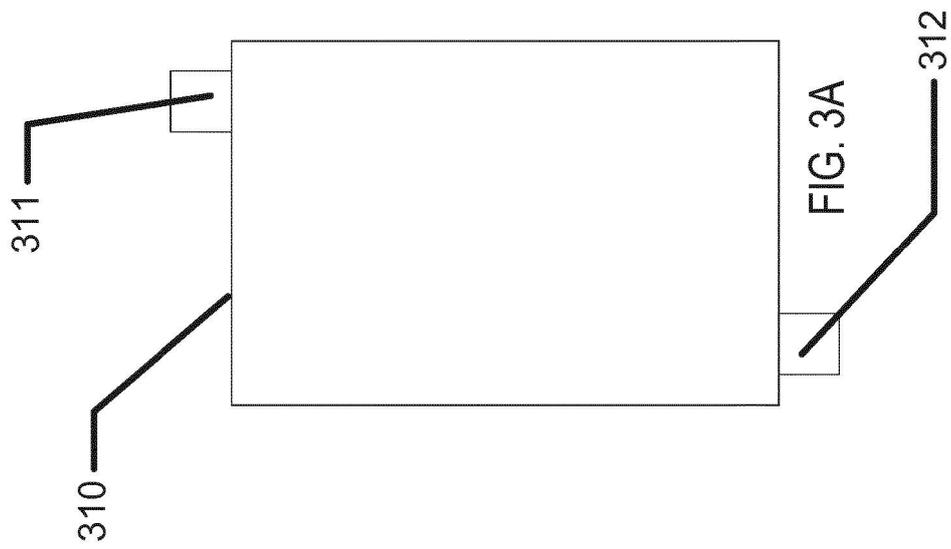


FIG. 3A

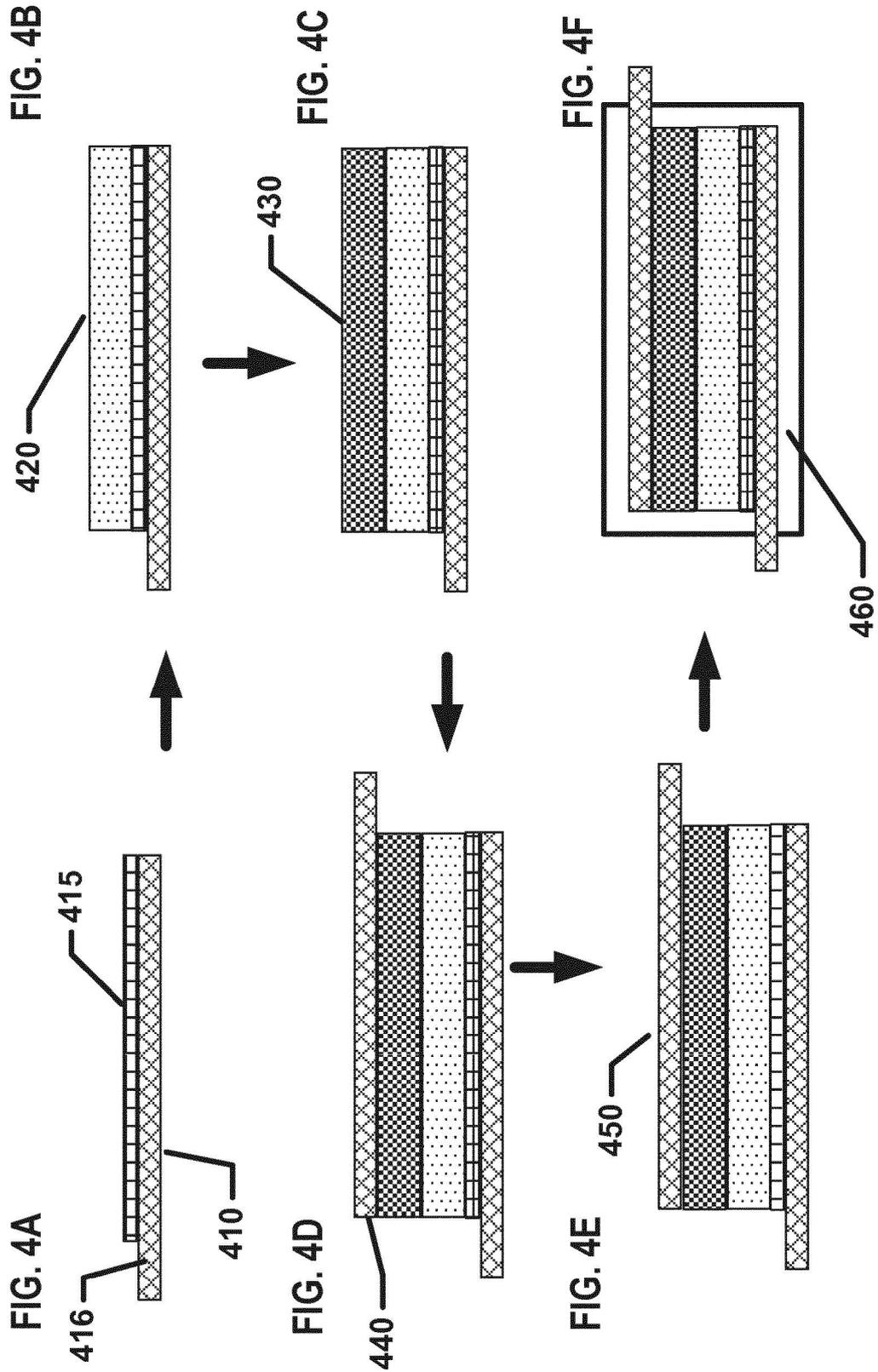


FIG. 5A

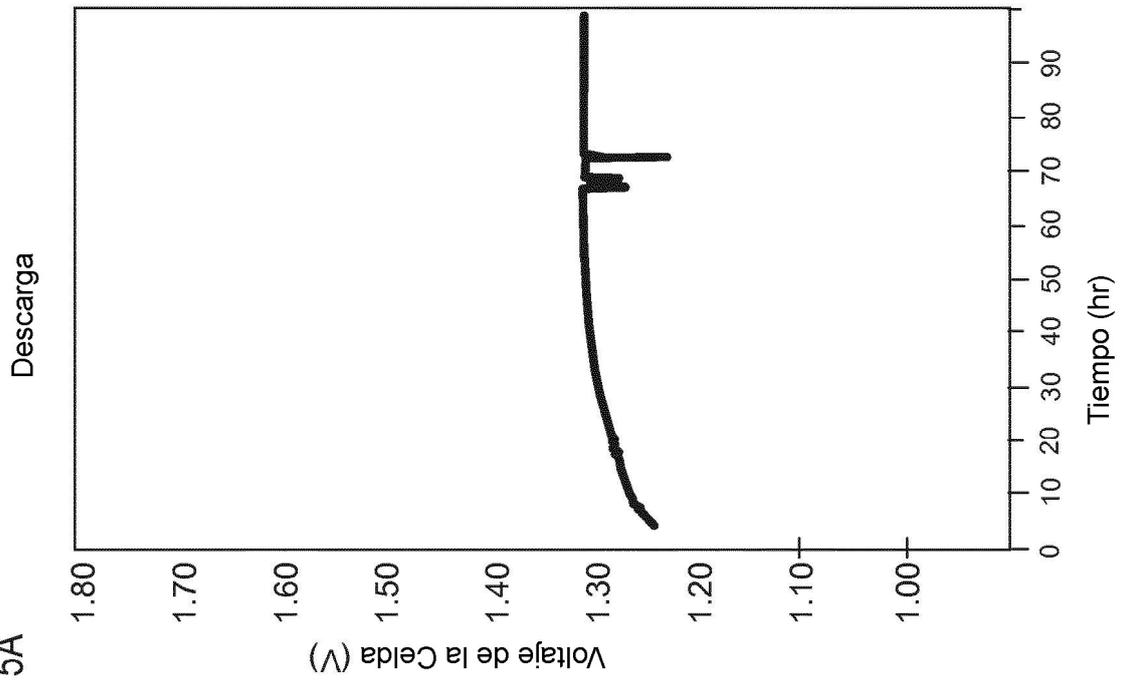


Fig. 5B

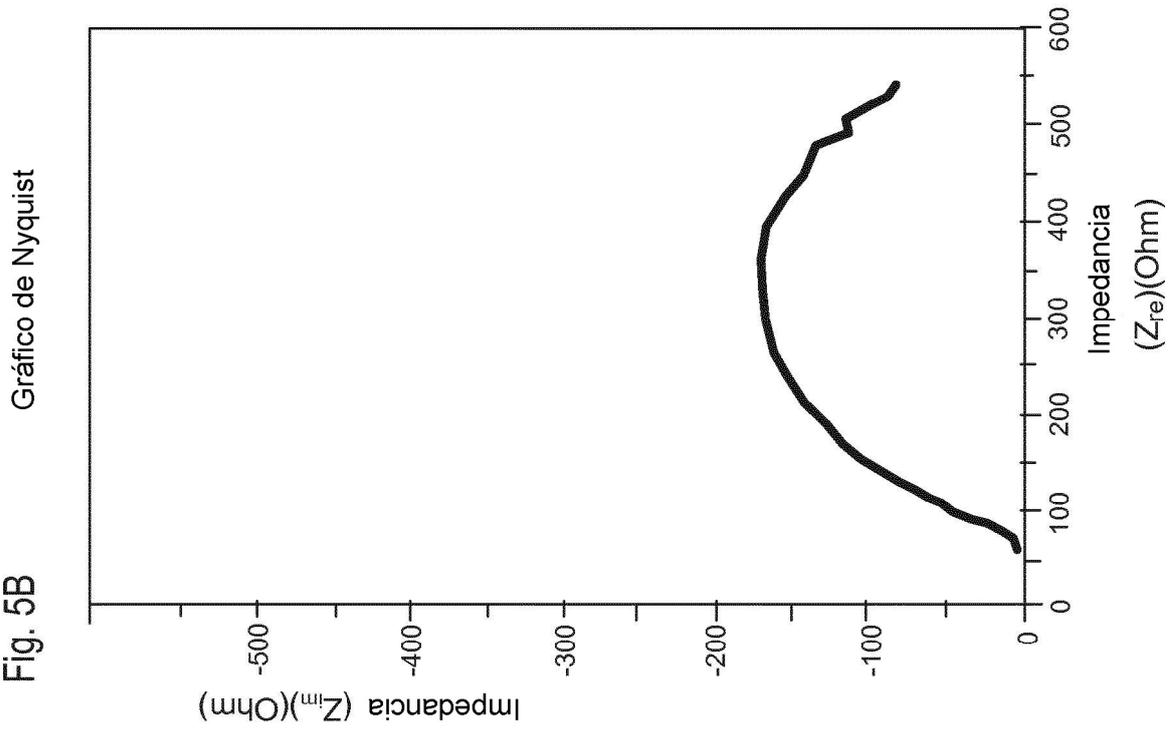


FIG. 5C Características de la Frecuencia de Impedancia

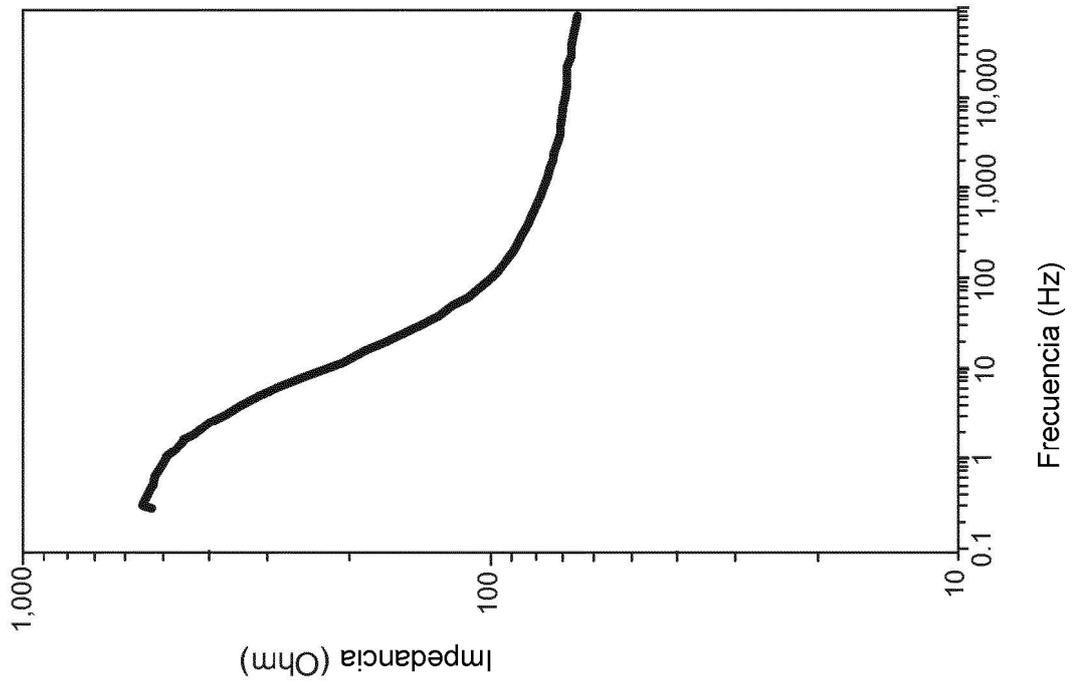
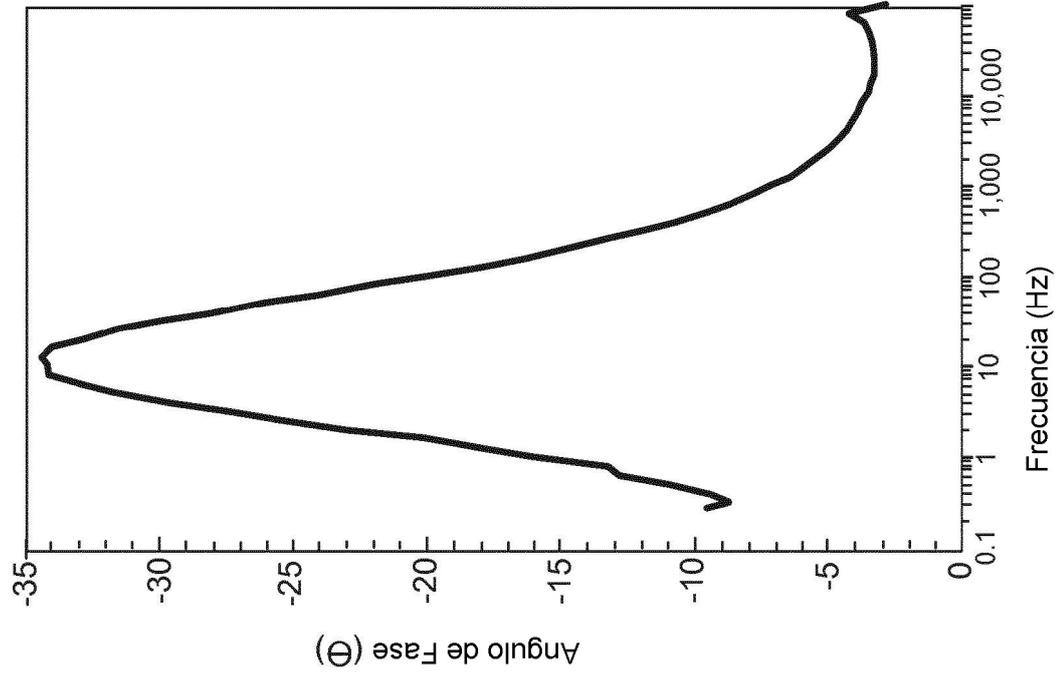


Fig. 5D Características de la Frecuencia de Fase



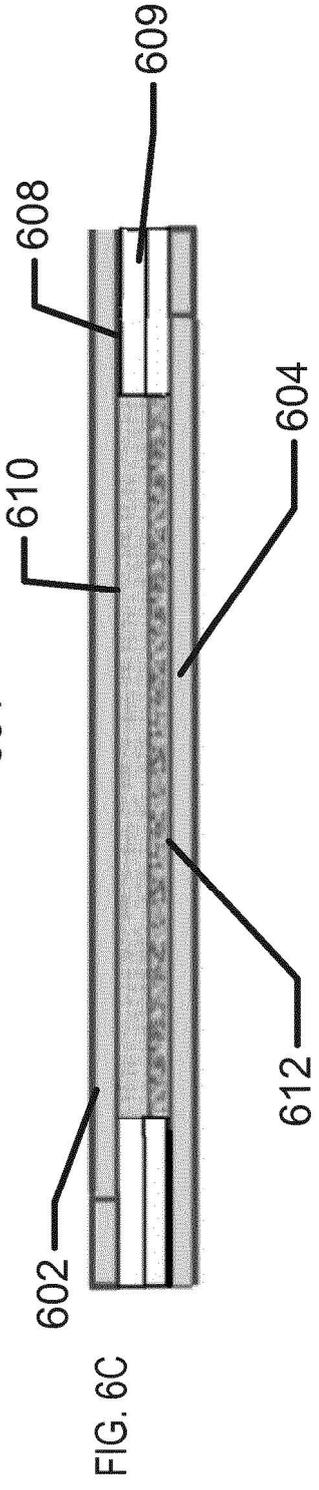
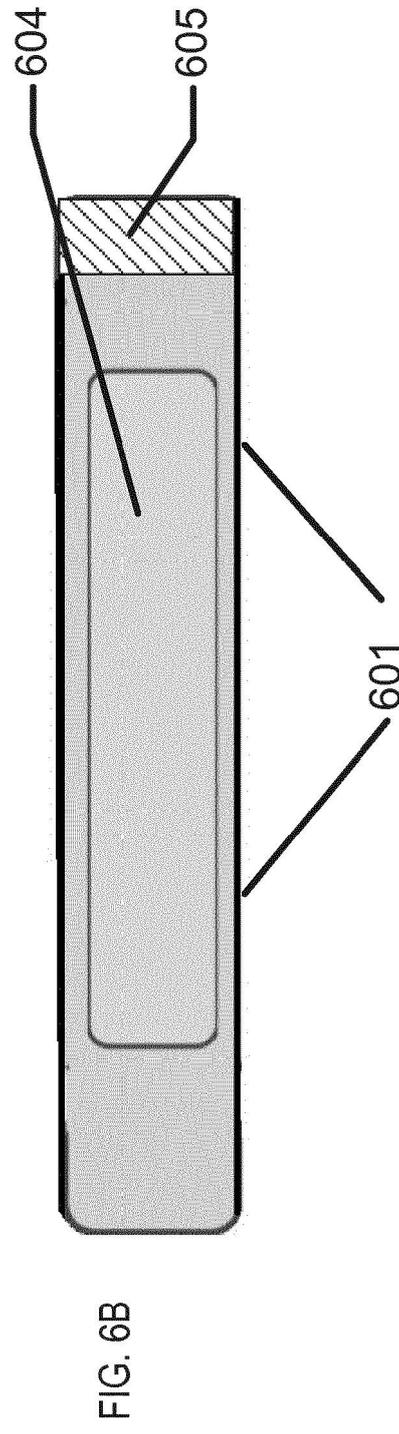
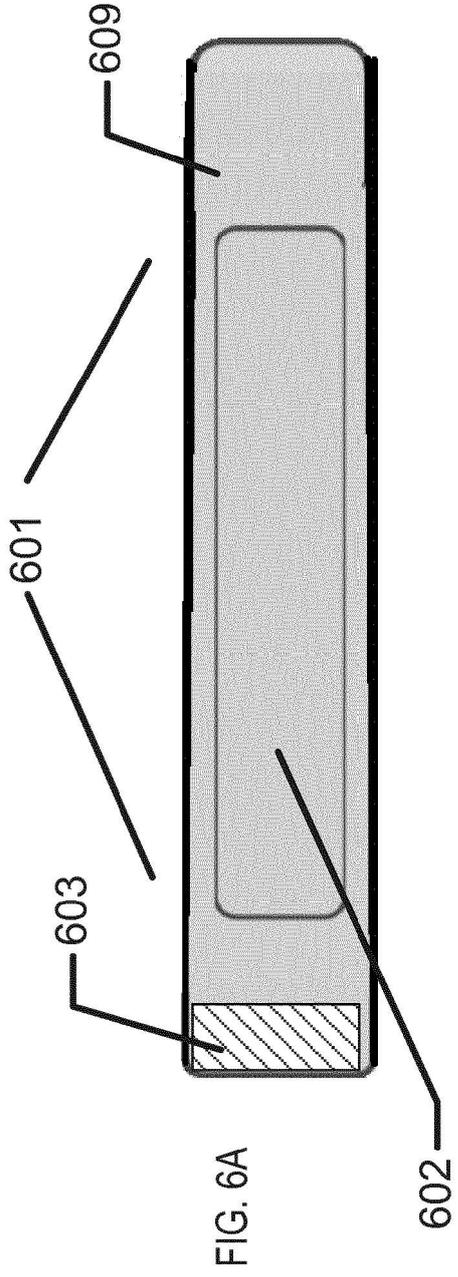


FIG. 7B

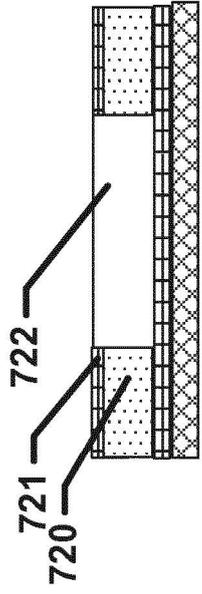


FIG. 7C

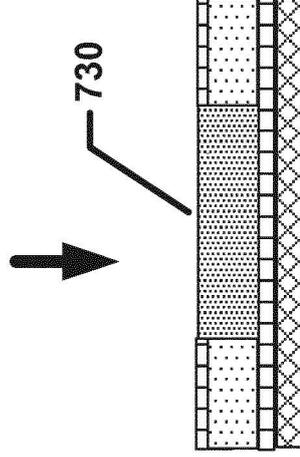


FIG. 7F

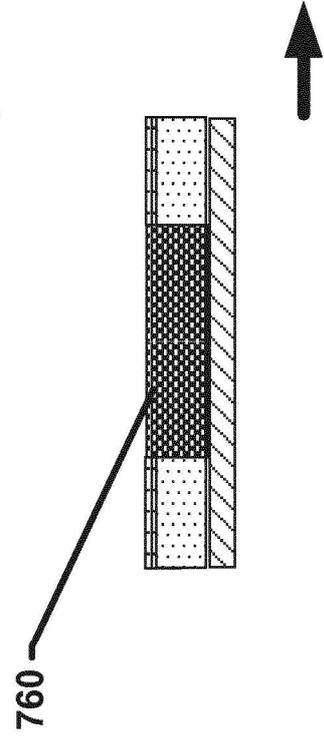


FIG. 7A

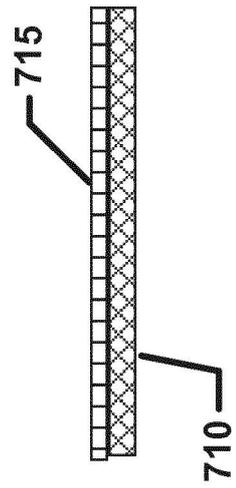


FIG. 7D

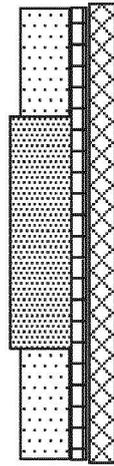


FIG. 7E

