

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 063**

51 Int. Cl.:

H01M 10/04	(2006.01)	H01M 2/16	(2006.01)	H01M 10/0525	(2010.01)
H01M 6/40	(2006.01)	H01M 10/0568	(2010.01)		
H01M 6/12	(2006.01)	G02C 7/08	(2006.01)		
H01M 4/62	(2006.01)	G02C 7/04	(2006.01)		
H01M 4/583	(2010.01)	H01M 4/02	(2006.01)		
H01M 4/50	(2010.01)	H01M 4/24	(2006.01)		
H01M 4/42	(2006.01)	H01M 6/04	(2006.01)		
H01M 4/04	(2006.01)	H01M 6/32	(2006.01)		
H01M 2/02	(2006.01)	H01M 6/42	(2006.01)		
H01M 2/18	(2006.01)	H01M 10/052	(2010.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2015 E 15181862 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 3021413**

54 Título: **Elementos de energización recargables biocompatibles para dispositivos biomédicos**

30 Prioridad:

21.08.2014 US 201462040178 P
22.06.2015 US 201514746178

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

16.02.2018

73 Titular/es:

JOHNSON & JOHNSON VISION CARE, INC.
(100.0%)
7500 Centurion Parkway, Suite 100
Jacksonville, FL 32256, US

72 Inventor/es:

FLITSCH, FREDERICK A.;
MAHADEVAN, SHIVKUMAR;
OTTS, DANIEL B.;
PUGH, RANDALL B.;
RIALL, JAMES DANIEL y
TONER, ADAM

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 655 063 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).

Elementos de energización recargables biocompatibles para dispositivos biomédicos**Descripción****5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

1. Campo de la invención

10 Aquí se describen métodos y aparatos para formar elementos de energización biocompatibles. En algunas realizaciones, los métodos y aparatos para formar los elementos de energización biocompatibles implican la formación de un elemento separador en el elemento de energización. Los elementos activos que incluyen ánodos, cátodos y electrolitos pueden conectarse electroquímicamente y pueden interactuar con los elementos separadores formados. Los elementos activos pueden estar configurados de tal manera que la batería pueda descargarse y recargarse en múltiples etapas o ciclos de usos. En algunas realizaciones, un campo de uso para los métodos y aparatos puede incluir cualquier dispositivo o producto biocompatible que requiera elementos de energización.

2. Exposición de la técnica relacionada

20 Recientemente, en número de dispositivos médicos y su funcionalidad ha comenzado a desarrollarse de manera rápida. Estos dispositivos médicos pueden incluir, por ejemplo, marcapasos implantables, píldoras electrónicas para controlar 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 la actuación de muchos de los dispositivos médicos anteriormente mencionados. Sin embargo, para conseguir la funcionalidad añadida teorizada, muchos de estos dispositivos necesitan ahora medios autónomos de energización que sean compatibles con los requisitos de tamaño y forma de estos dispositivos, así como requisitos de energía de los nuevos componentes energizados.

25 Algunos dispositivos médicos pueden incluir componentes tales 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 lo tanto, deberían también incluirse elementos de energización preferentemente en tales dispositivos biocompatibles. La topología y el tamaño relativamente pequeño de los dispositivos biocompatibles crea un medio nuevo y desafiante para la definición de varias funcionalidades. En muchas realizaciones, es importante proporcionar medios seguros, fiables y rentables para energizar los componentes semiconductores dentro de los dispositivos biocompatibles. Por lo tanto, existe una necesidad de realizaciones nuevas que formen elementos de energización biocompatibles para implantación en dispositivos biocompatibles donde la estructura de los elementos de batería proporcione una contención mejorada para componentes químicos de los elementos de energización así como un control mejorado sobre la cantidad de componentes químicos contenidos en el elemento de energización.

40 US2013309547A1 se refiere a células electroquímicas y métodos para hacerlas. El aparato incluye una lámina con múltiples capas para revestir un material de electrodo para una célula electroquímica. La lámina con múltiples capas incluye una capa exterior, una capa intermedia que incluye un sustrato conductor, y una capa interior dispuesta sobre una parte del sustrato conductor. La capa intermedia está dispuesta entre la capa exterior y la capa interior. La capa interior define una abertura a través de la cual una región conductora de la capa intermedia se expone de tal manera que el material de electrodo pueda conectarse eléctricamente a la región conductora. Así, la capa intermedia puede servir como un colector de corriente para la célula electroquímica.

RESUMEN DE LA INVENCION

50 La invención es como se define en la reivindicación 1.

Por consiguiente, se desvelan métodos y aparato para formar elementos de energización biocompatibles que permiten ventajas de fabricación mientras crean estructuras que pueden contener de manera significativa la química de la batería. También, el diseño estructura pueden proporcionar un control inherente de las cantidades de elementos de energización encontrados en los elementos de batería.

60 Otro aspecto general incluye un elemento de energización biocompatible que puede también incluir una capa separadora con espacio. El elemento de energización biocompatible también puede incluir al menos un primer agujero situado en la capa separadora con espacio. El elemento de energización biocompatible también puede incluir una capa separadora con cátodo, donde la capa separadora con cátodo está unida a la capa separadora con espacio. El elemento de energización biocompatible puede también incluir un segundo agujero situado en la capa separadora con cátodo, donde el segundo agujero está alineado con el primer agujero, y donde el segundo agujero es más pequeño que el primer agujero de tal manera que cuando el primer agujero y el segundo agujero se alinean hay una rugosidad de capa separadora con cátodo expuesta en el primer agujero. El elemento de energización biocompatible pueden también incluir una capa separadora, donde la capa separadora está colocada dentro del primer agujero en la capa separadora con espacio y está adherida a la rugosidad de la capa separadora con cátodo.

5 El elemento de energización biocompatible puede también incluir una cavidad entre lados del segundo agujero y una primera superficie de la capa separadora, donde la cavidad está rellena de sustancias químicas de cátodo. El elemento de energización biocompatible puede también incluir un primer colector de corriente cubierto con químicos de ánodo. El elemento de energización biocompatible puede también incluir un segundo colector de corriente, donde el segundo colector de corriente es una conexión eléctrica con sustancias químicas del cátodo. El elemento de energización biocompatible puede también incluir un electrolito que incluye sustancias químicas e electrolito.

10 Las implementaciones pueden incluir el elemento de energización biocompatibles donde las sustancias químicas del cátodo, las sustancias químicas del ánodo y las sustancias químicas del electrolito son consistentes con múltiples ciclos de carga y descarga de la energización. El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde las sustancias químicas del cátodo incluyen una sal de litio. El elemento de energización biocompatible puede incluir fosfato de hierro de litio. El elemento de energización biocompatible puede también incluir átomos de metal intercalados. El elemento de energización biocompatible puede también incluir átomos de litio intercalados. El elemento de energización biocompatible puede también incluir uno o más de plomo, níquel, litio, cobalto, cinc, sodio, vanadio, plata o silicio. El elemento de energización biocompatible puede también incluir carboximetilcelulosa de sodio. El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde las sustancias químicas del cátodo incluyen uno o más de grafito sintético y negro de carbón. El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde las sustancias químicas del cátodo incluyen uno o más de caucho estireno-butadieno. El elemento de energización biocompatible puede también incluir hexafluorofosfato de litio. El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde el elemento de energización biocompatible se conecta eléctricamente a un elemento electroactivo en un dispositivo biomédico. El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde el dispositivo biomédico es un dispositivo oftálmico. En algunos ejemplos el dispositivo oftálmico puede ser una lente de contacto.

25 El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde el electrolito incluye hexafluorofosfato de litio. El elemento de energización biocompatible puede también incluir ejemplos donde la mezcla precursora separadora incluye uno o más de poli(vinilideno fluoruro), poli(dimetilsiloxano), n,n-dimetil acetamida). Los ejemplos adicionales también pueden incluir glicerol. El elemento de energización biocompatible puede incluirse dentro de un dispositivo biomédico.

30 Un aspecto general incluye el elemento de energización biocompatible que puede incluirse en un dispositivo oftálmico donde el dispositivo oftálmico es una lente de contacto.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las Figs. 1A-D ilustran aspectos ejemplares de elementos de energización biocompatibles en relación con las aplicaciones ejemplares de lentes de contacto.

40 La Fig. 2 ilustra el tamaño y forma ejemplar de células individuales de un diseño ejemplar de batería.

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

45 La Fig. 3B ilustra un segundo elemento de energización biocompatible autónomo empaquetado con conexiones ejemplares de ánodo y cátodo.

Las Figs. 4A-4N ilustran etapas de método ejemplar para la formación de elementos de energización biocompatibles para dispositivo biomédicos.

50 La Fig. 5 ilustra un elemento de energización biocompatible completamente formado.

Las Figs. 6A-6F ilustran etapas de método ejemplar para la formación estructura de elementos de energización biocompatibles donde los elementos de energización biocompatibles no forman parte de la invención.

55 Las Figs. 7A-7F ilustran etapas de método ejemplar para la formación estructural de elementos de energización biocompatibles con método alternativo de galvanizado donde los elementos de energización biocompatibles no forman parte de la invención.

60 Las Figs. 8A-8H ilustran etapas de método ejemplar para la formación de elementos de energización biocompatibles con separador de hidrogel para dispositivos médicos donde los elementos de energización biocompatibles no forman parte de la invención.

65 Las Figs. 9A-C ilustran etapas de método ejemplar para la formación estructura de elementos de energización biocompatibles que utiliza un separador alternativo que procesa realizaciones donde los elementos de energización biocompatibles no forman parte de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En esta solicitud se desvelan métodos y aparatos para formar elementos de energización biocompatibles tridimensionales. El elemento separador en los elementos de energización puede formarse con métodos nuevos y puede comprender materiales nuevos. En las siguientes secciones se describen descripciones detalladas de varias realizaciones. La descripción de realizaciones preferentes y alternativas son solamente realizaciones ejemplares, y varias modificaciones y alteraciones pueden ser aparentes para aquellos expertos en la técnica. Por lo tanto, las realizaciones ejemplares no limitan el alcance de esta solicitud. Los elementos de energización biocompatibles tridimensionales están diseñados para su uso en o próximos al cuerpo de un organismo vivo.

Glosario

En la descripción y reivindicaciones más abajo pueden usarse varios términos para los que se aplicarán las siguientes definiciones:

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

“Aglutinantes” como aquí se usan se refieren a un polímero que es capaz de mostrar repuestas elásticas a 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.

“Biocompatible” como aquí se usa se refiere a un material o dispositivo que actúa con una respuesta apropiada de huésped en una aplicación específica. Por ejemplo, un dispositivo biocompatibles no tiene efectos tóxicos o perjudiciales en sistemas biológicos.

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

“Revestimiento” como aquí se usa se refiere a un depósito de material en formas finas. En algunos usos, el término se referirá a un depósito fino 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 finos en regiones más pequeñas de la superficie.

“Electrodo” como aquí se usa puede referirse a una masa activa en la fuente de energía. Por ejemplo, puede incluir uno o más del ánodo y cátodo.

“Energizado” como aquí se usa se refiere al estado de ser capaz de suministrar corriente eléctrica o tener energía eléctrica almacenada dentro.

“Energía” como aquí se usa se refiere a la capacidad de un sistema físico para funcionar. Muchos usos de elementos de energización pueden relacionarse con la capacidad de ser capaz de realizar acciones eléctricas.

“Fuente de energía” o “elemento de energización” o “dispositivo de energización” como aquí se usan se refieren a cualquier dispositivo o capa que es 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 química celular de tipo alcalino y pueden ser baterías en estado sólido o baterías de celdas húmedas.

“Rellenos” como aquí se usan se refieren a uno o más separadores de elemento de energización que no reaccionan con 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 de metal como aquellos de silicio, aluminio, calcio, magnesio, bario, titanio, hierro, cinc y estaño; carbonatos de metal como aquellos de calcio y magnesio; minerales tales como mica, montmorillonita, caolinita, atapulgita y talco; zeolitas sintéticas y naturales tales como cemento de Portland; silicatos de metal precipitado como silicato de calcio; polímero hueco y sólido o microesferas, copos y fibras de vidrio, etc.

“Película” como aquí se usa se refiere a una capa fina de un material que puede actuar como una cubierta o una capa; en estructuras laminadas la película típicamente se aproxima a una capa plana con una superficie superior y una superficie inferior y un cuerpo; donde el cuerpo es típicamente mucho más fino que la extensión de la capa.

“Funcionalizar” como aquí se usa 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 aquí se usa se refiere a un objeto rígido o semi-rígido que puede usarse para formar objetos tridimensionales a partir de formulaciones no curadas. Algunos moldes preferentes incluyen dos partes de molde que, cuando se oponen entre sí, definen la estructura de un objeto tridimensional.

5 “Potencia” como aquí se usa se refiere al trabajo hecho o energía transferida por unidad de tiempo.

“Recargable” o “re-energizable” como aquí se usan se refieren a la capacidad de recuperarse en un estado con mayor capacidad de trabajo. Muchos usos pueden relacionarse con la capacidad para recuperarse con la habilidad para hacer fluir corriente eléctrica a una cierta velocidad durante ciertos periodos de tiempo reestablecidos.

10 “Re-energizar” o “recargar” como aquí se usan se refieren a recuperarse en un estado con mayor capacidad para trabajar. Muchos usos se relacionan con recuperar un dispositivo con capacidad para hacer fluir corriente eléctrica a una cierta velocidad durante un cierto periodo de tiempo restablecido.

15 “Liberado” como aquí se usa y algunas veces referido como “forma liberado como un molde” significa que un objeto tridimensional está completamente separado del molde, o está solamente ligeramente unido al molde, para que puede retirarse con agitación suave.

20 “Apilar” como aquí se usa significa colocar al menos dos capas componentes en proximidad una con la otra de tal manera que al menos una parte de una superficie de una de las capas contacta con una primera superficie de una segunda capa. En algunas realizaciones, un revestimiento, ya sea para adhesión u otra función, puede residir entre las dos capas que están en contacto entre sí a través de dicho revestimiento.

25 “Marcas” como aquí se usan se refieren a componentes del elemento de energización capaces de conectar juntas los componentes del circuito. Por ejemplo, las marcas del circuito pueden incluir cobre u oro cuando el sustrato es una placa base impresa y puede ser típicamente una película de cobre, oro o impresa en un circuito flexible. Un tipo especial de “marca” es el recolector de corriente. Los recolectores de corriente son marcas con compatibilidad electroquímica que hacen que la el recolector de corriente sea adecuado para su uso en la dirección de electrones a y desde un nodo o cátodo en presencia de electrolito.

30 Los métodos y aparatos aquí presentes se relacionan con la formación de elementos de energización biocompatibles para su inclusión en el interior de dispositivos biocompatibles tridimensionales o elementos planos. Una clase particular de elementos de energización puede ser baterías que están fabricadas en capas. Las capas también pueden clasificarse como capas de laminado. Una batería formada de esta manera puede clasificarse como batería laminar.

35 Puede haber otros ejemplos de cómo montar y configurar baterías de acuerdo con la presente divulgación, y algunos se describen en las siguientes secciones. Sin embargo, para muchos de estos ejemplos, se seleccionan parámetros y características de las baterías por derecho propio. En las siguientes secciones se enfocarán algunas características y parámetros.

Construcción de dispositivo biomédico ejemplar con elementos de energización biocompatibles

45 Un ejemplo de un dispositivo biomédico que puede incorporar elementos de energización, pilas, de la presente divulgación puede ser un alenté de contacto electroactiva con ajuste focal. En referencia a la Fig. 1A, un ejemplo de tal inserción de lente de contacto puede representarse como inserción de lente de contacto 200. En la inserción de lente de contacto 100, puede haber un elemento electroactivo 120 que puede acomodar cambios de características focales en repuesta al control de voltaje. Un circuito 105 para proporcionar estas señales controladoras de voltaje así como para proporcionar otra función tal como controlar la detección del medio para señales de control externas puede ser impulsado por un elemento de batería biocompatible 110. Como se representa en la Fig. 1A, el elemento de batería 110 puede encontrarse como múltiples piezas importantes, en este caso tres piezas, y puede comprender las varias configuraciones de elementos químicos de baterías como se ha expuesto. Los elementos de batería 110 pueden tener varias características de interconexión para unir piezas como puede representarse por debajo de la región de interconexión 114. Los elementos de batería 110 pueden conectarse a un elemento circuito que pueden tener su propio sustrato 111 sobre el que pueden situarse características de interconexión 125. El circuito 105, que puede tener forma de un circuito integrado, puede estar eléctricamente y físicamente conectado al sustrato 111 y sus características de interconexión 125.

60 En referencia a la Fig. 1B, un repuesto en sección transversal de una lente de contacto 150 puede contener una inserción de lente de contacto 100 y sus constituyentes expuestos. La inserción de lente de contacto 100 puede encapsularse en una falda de hidrogel de lente de contacto 155 que puede formar la cápsula de la inserción y proporcionar una interfaz cómoda de la lente de contacto 150 para el ojo de usuario.

65 En referencia a conceptos de la presente divulgación, los elementos de batería pueden formarse en una forma bidimensional como se representa en el ejemplo de la Fig. 1C. En esta representación puede haber dos regiones de células de batería en las regiones del componente de batería 165 y el segundo componente de batería

5 en la región de elemento químico de batería 160. El elemento plano puede conectarse con un elemento de circuito 163, que en el ejemplo de la Fig. 1C puede contener dos áreas principales de circuito 167. El elemento circuito 163 puede conectarse al elemento batería en un contacto eléctrico 161 y en un contacto físico 162. La estructura plana puede doblarse en una estructura cónica tridimensional como se ha descrito en la presente divulgación. En ese proceso, un segundo contacto eléctrico 166 y un segundo contacto físico 164 pueden usarse para conectar y estabilizar físicamente la estructura tridimensional. En referencia a la Fig. 1D, puede encontrarse una representación de esta estructura cónica tridimensional 180. Los puntos de contacto físicos y eléctricos 181 también pueden encontrarse y la ilustración puede verse como una vista tridimensional de la estructura resultante. Esta estructura puede comprender el componente eléctrico modular y el componente de batería que se incorporarán con una inserción de lente en un dispositivo biocompatible.

10 Diseño de batería segmentada

15 En referencia a la Fig. 2, se representa un ejemplo de diferentes tipos de diseño de batería segmentada para un elemento de batería ejemplar para un ejemplo de tipo de lente de contacto. Los componentes segmentados pueden tener forma relativamente circular 271, forma cuadrada 272 o forma rectangular. En los ejemplos con forma rectangular, los rectángulos pueden ser formas rectangulares pequeñas 273, formas rectangulares más grandes 274 o formas rectangulares grandes 275.

20 Formas a medida de elementos planos de batería

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

30 En algunos ejemplos de baterías con forma plana, los contornos de la forma de la batería pueden estar dimensionalmente y geoméricamente configurados para adaptarse a productos a la medida. Además de los ejemplos con contornos rectangulares o circulares, los contornos a medida con "forma libre" pueden formarse lo que puede permitir que la configuración de la batería pueda optimizarse para adaptarse a un producto dado.

35 En el caso del dispositivo biomédico ejemplar de una óptica variable, un ejemplo de "forma libre" de un contorno plano puede tener forma arqueada. La forma libre puede tener tal geometría que cuando se tenga forma tridimensional, pueda tomar la forma de una falta cónica y anular que se adapte a los límites que restringen una lente de contacto. Puede estar claro que pueden formarse geometrías beneficiosas similares donde los dispositivos médicos tienen requisitos de forma restrictiva en 2D y 3D.

40 Aspectos de biocompatibilidad de baterías

45 Como ejemplo, las baterías de acuerdo con la presente divulgación pueden tener aspectos importantes en relación con la seguridad y la biocompatibilidad. En algunos ejemplos, las baterías para dispositivos biomédicos deben cumplir requisitos más allá de aquellos para escenarios típicos de uso. En algunos ejemplos, los aspectos de diseño pueden considerarse en relación con hechos de esfuerzo. Por ejemplo, puede ser necesario considerar la seguridad de una lente de contacto electrónica en el caso de que un usuario rompa la lente durante su inserción o retirada. En otro ejemplo, los aspectos de diseño pueden considerar la posibilidad de que un usuario sea golpeado en el ojo por un objeto extraño. Pueden considerarse más ejemplos de condiciones estresantes en el desarrollo de parámetros de diseño y los límites pueden relacionarse con la posibilidad de que un usuario lleve la lente en medios exigentes como el medio debajo del agua o el medio a mucha altitud como ejemplos no limitativos.

50 La seguridad de tal dispositivo puede estar influenciada por los materiales con los que el dispositivo está formado, por las cantidades de los materiales empleados en la fabricación del dispositivo y también por el envase aplicado para separar los dispositivos del medio que rodea o del medio del cuerpo. En un ejemplo, los marcapasos pueden ser un tipo típico de dispositivo biomédico que puede incluir una batería y que puede implantarse en un usuario durante un periodo prolongado de tiempo. Por consiguiente, en algunos ejemplos, tales marcapasos pueden estar típicamente empaquetados en un estuche de titanio hermético y soldado o, en otros ejemplos, con múltiples capas de encapsulación. Los dispositivos biomédicos impulsados emergentes pueden presentar nuevos retos en el envase, especialmente el envase de la batería. Estos nuevos dispositivos pueden ser más pequeños que dispositivos biomédicos existentes, por ejemplo, una lente de contacto electrónica o una cámara con píldora pueden ser significativamente más pequeños que un marcapasos. En tales ejemplos, el volumen y área disponibles para el envase pueden reducirse en gran medida.

60 Requisitos eléctricos de microbaterías

65 Otra área para consideraciones del diseño puede relacionarse con requisitos eléctricos del dispositivo sobre el dispositivo de batería. Con el fin de funcionar como una fuente de potencia para un dispositivo médico, una batería

apropiada puede necesitar cumplir todos los requisitos eléctricos del sistema cuando opera en un modo no conectado o sin potencia externa. Un campo emergente de dispositivos médicos no conectados o sin potencia externa puede incluir, por ejemplo, lentes de contacto correctoras de visión, dispositivos que monitorizan la salud, cámaras con píldoras y dispositivos nuevos. Los desarrollos recientes en tecnología de circuitos integrados (CI) pueden permitir un funcionamiento eléctrico significativos a niveles muy bajos de corriente, por ejemplo, picoamperios de corriente en espera y microamperios de corriente activa. Los Csl también pueden permitir dispositivos muy pequeños.

Las microbaterías para aplicaciones biomédicas pueden ser necesarias para cumplir muchos requisitos simultáneos y exigentes. Por ejemplo, la microbatería puede ser necesaria para tener la capacidad de administrar un voltaje adecuado de funcionamiento a un circuito eléctrico incorporado. Este voltaje de funcionamiento puede estar influenciado por varios factores incluyendo el "nodo" del proceso del CI, el voltaje de salida del circuito a otro dispositivo, y un objetivo de consumo de corriente particular que puede relacionarse con una vida útil deseada de dispositivo.

Con respecto al proceso de CI, los nodos pueden diferenciarse típicamente por el mínimo tamaño de característica de un transistor, como el "llamado" canal transistor. Esta característica física, junto con otros parámetros de la fabricación de CI, tales como grosor de óxido de puerta, pueden asociarse con un estándar resultante de clasificación para encendido, o umbral, de voltajes de transistores de efectos de campo (TEC) fabricados en el nodo dado del proceso. Por ejemplo, en un nodo con un tamaño mínimo de característica de 0,5 micrones puede ser común para encontrar TEC con voltajes de encendido de 5,0 V. Sin embargo, con un tamaño mínimo de característica de 90 nm el TEC puede encenderse a 1,2, 1,8 y 2,5 V. La fundición de CI puede suministrar células estándares de bloque digitales, por ejemplo, inversores o circuitos basculantes que se han caracterizado y clasificado para uso sobre ciertos rangos de voltaje. Los diseñadores eligen un nodo de proceso de CI en base a varios factores incluyendo densidad de dispositivos digitales, dispositivos de señal mezclada análoga/digital, corriente de fuga, capas de cableado, y disponibilidad de dispositivos de especialidad como TEC de alto voltaje. Dados estos aspectos paramétricos de los componentes eléctricos que pueden sacar potencia de una microbatería, puede ser importante para que la fuente de potencia de microbatería cumpla los requisitos del nodo de proceso elegido y diseño de CI especialmente en términos de voltaje y corriente disponibles.

En algunos ejemplos, un circuito eléctrico impulsado por una microbatería, puede conectarse con otro dispositivo. En ejemplos no limitativos, el circuito eléctrico impulsado por microbatería puede conectarse con un activador o transductor. Dependiendo de la aplicación, estos pueden incluir diodo emisor de luz (LED), una bomba de sistema microelectromecánico (MEMS) u otros numerosos dispositivos. En algunos ejemplos, tales dispositivos conectados pueden requerir mayores condiciones de voltaje de funcionamiento que nodos de procesos comunes de CI, por ejemplo, una lente de foco variable puede requerir 35V para activarse. El voltaje de funcionamiento que proporciona la batería puede ser por lo tanto de crucial consideración cuando se diseña este sistema. En algunos ejemplos de este tipo de consideración, la eficiencia de un impulsor de lente para producir 35V de una batería de 1V puede ser significativamente menor de la que sería cuando funciona con una batería de 2V. Otros requisitos como el tamaño del molde pueden ser radicalmente diferentes considerando los parámetros de funcionamiento de la microbatería también.

Las células de batería individuales pueden clasificarse típicamente con voltajes de circuito abierto, cargado y de corte. El voltaje de circuito abierto es el potencial producido por la célula de batería con resistencia de carga infinita. El voltaje cargado es el potencial producido por la célula con una impedancia de carga apropiada, y típicamente también especificada, colocada en las terminales de la célula. El voltaje de corte es típicamente un voltaje en el que la mayor parte de la batería se ha descargado. El voltaje de corte puede representar un voltaje, un grado de descarga, por debajo del cual la batería no debería descargarse para evitar efectos perjudiciales, tales como gases excesivos. El voltaje de corte puede estar típicamente influenciada o por el circuito al que está conectado la batería, no solamente la propia batería, por ejemplo, el mínimo voltaje de funcionamiento del circuito electrónico. En un ejemplo, una célula alcalina puede tener un voltaje de circuito abierto de 1,6V, un voltaje cargado en el rango de 1,0 a 1,5V y un voltaje de corte de 1,0V. El voltaje de un diseño de célula de microbatería dada puede depender de otros factores de la química de célula empleada. Y por lo tanto, diferentes químicas de célula tienen diferentes voltajes de célula.

Las células pueden conectarse en serie para aumentar el voltaje; sin embargo, esta combinación puede implicar compensaciones para el tamaño, resistencia interna y complejidad de batería. Las células también pueden combinarse en configuraciones en paralelo para reducir su resistencia y aumentar capacidad, aunque tal combinación puede compensar el tamaño y la duración.

La capacidad de las baterías puede ser la habilidad de una batería para administrar corriente, o hacer trabajo durante un periodo de tiempo. La capacidad de la batería puede especificarse típicamente en unidades como microamperio-hora. Una batería que puede administrar 1 microamperio de corriente durante 1 hora tiene 1 microamperio-hora de capacidad. La capacidad aumenta típicamente aumentando la masa (y por lo tanto el volumen) de reactivos dentro del dispositivo de la batería; sin embargo, puede apreciarse que los dispositivos

biomédicos pueden limitarse significativamente en volumen disponible. La capacidad de la batería también puede estar influenciada por el material de electrodo y electrolito.

5 Dependiendo de los requisitos del circuito al que la batería está conectada, puede necesitarse una batería para conseguir corriente en un rango de valores. Durante el almacenaje antes de su uso activo, una corriente de fuga en el orden de picoamperios a nanoamperios puede fluir a través de circuitos, interconexiones e aislantes. Durante el funcionamiento activo, los circuitos pueden consumir corriente quiescente a los sensores de muestra, activar temporizadores y realizar funciones de bajo consumo de potencia. El consumo de corriente quiescente puede estar en el orden de nanoamperios a miliamperios. Los circuitos también pueden tener demandas de corriente de pico incluso más alto, por ejemplo, cuando escriben memoria de flash o se comunican con radio frecuencia (RF). La corriente pico puede extenderse a decenas de miliamperios o más. La resistencia e impedancia de un dispositivo de microbatería puede también ser importante para diseñar consideraciones.

15 La duración típicamente se refiere al periodo de tiempo que una batería puede sobrevivir almacenada y seguir manteniendo los parámetros útiles de funcionamiento. La duración puede ser particularmente importante para dispositivos biomédicos por varias razones. Los dispositivos electrónicos pueden desplazar dispositivos sin potencial, como por ejemplo, puede ser el caso de la introducción de una lente de contacto electrónica. Los productos en estos espacios existentes del mercado pueden tener requisitos establecidos de duración, por ejemplo, tres años, debido al cliente, cadena de suministro y otros requisitos. Puede desearse típicamente que tales especificaciones no se alternen para nuevos productos. Los requisitos de duración también pueden ser fijados por la distribución, inventario y métodos de uso del dispositivo que comprende una batería. Por consiguiente, las microbaterías para dispositivos biomédicos pueden tener requisitos específicos de duración, que pueden medirse en número de años, por ejemplo.

25 En algunas realizaciones, los elementos de energización biocompatibles tridimensionales pueden ser recargables. Por ejemplo, una bobina inductiva puede fabricarse sobre una superficie tridimensional. La bobina inductiva podría entonces energizarse con una batería de observación funcional de radiofrecuencia (RF). La bobina inductiva puede conectarse al elemento de energización biocompatibles tridimensional para recargar el elemento de energización cuando se aplica RF a la bobina inductiva. En otro ejemplo, pueden fabricarse fotovoltaicos sobre la superficie tridimensional y conectarse al elemento de energización biocompatible. Cuando se exponen a luz o fotones, los fotovoltaicos producirán electrones para recargar el elemento de energización.

35 En algunos ejemplos, una batería puede funcionar para proporcionar la energía eléctrica a un sistema eléctrica. En estos ejemplos, la batería puede conectarse eléctricamente al circuito del sistema eléctrico. Las conexiones entre un circuito y una batería pueden clasificarse como interconexiones. Estas interconexiones pueden ser muy exigentes para microbaterías biomédicas debido a varios factores. En algunos ejemplos, los dispositivos médicos impulsado pueden ser muy pequeños permitiendo así un área y un volumen muy pequeños para interconexiones. Las restricciones de tamaño y área pueden impactar en la resistencia eléctrica y fiabilidad de las interconexiones.

40 En otros aspectos, una batería puede contener un electrolito líquido que podría hervir a alta temperatura. Esta restricción puede competir directamente con el de usar una interconexión soldada que, por ejemplo, requiere temperaturas alta como 250 grados C para fundirse. Aunque en algunos ejemplos la química de batería, incluyendo el electrolito, y la fuente de calor usada para formar interconexiones con base de soldadura pueden aislarse espacialmente una de la otra, en el caso de dispositivos médicos emergentes, el tamaño pequeño puede excluir la separación de electrolito y juntas de soldadura por una distancia suficiente para reducir la conducción térmica.

Interconexiones

50 Las interconexiones pueden permitir que la corriente fluya a y desde la batería en la conexión con un circuito externo. Tales interconexiones pueden interactuar con los medios dentro y fuera de la batería, y pueden cruzar la frontera o sello entre estos medios. Estas interconexiones pueden considerarse como marcas, haciendo conexiones con un circuito externo, pasando a través del sello de la batería y después conectando con los colectores de corriente dentro de la batería. Así, estas interconexiones pueden tener varios requisitos. Fuera de la batería, las interconexiones pueden parecerse a marcas típicas de circuito impreso. Pueden soldarse o sino conectarse con otra marca. En un ejemplo donde la batería es un elemento físico separado de una placa base que contiene un circuito integrado, la interconexión de batería puede permitir la conexión con el circuito externo. Esta conexión puede estar formada con soldadura, cinta conductora, tinta conductora o epoxi u otros medios. Las marcas de interconexión pueden necesitar sobrevivir en el medio fuera de la batería, por ejemplo, no corroerse en presencia de oxígeno.

60 Cuando la interconexión pasa a través del sello de la batería, puede ser de importancia crucial que las interconexiones coexistan con el sello y permitan el sellado. Puede ser requerida la adhesión entre el sello y la interconexión además de la adhesión que puede ser requerida entre el sello y el paquete de la batería. La integridad del sello puede necesitar mantenerse en presencia de electrolito y otros materiales dentro de la batería. Las interconexiones, que pueden ser típicamente metálicas, pueden conocerse como puntos de fallo en envase de baterías. El potencial eléctrico /o flujo de corriente puede aumentar la tendencia del electrolito para "arrastrarse" a lo

largo de la interconexión. Por consiguiente, puede ser necesario fabricar una interconexión para mantener la integridad del sello.

5 Dentro de la batería, las interconexiones pueden comunicarse con los colectores de corriente o pueden formar realmente los colectores de corriente. En este aspecto, la interconexión puede necesitar cumplir los requisitos de los colectores de corriente como aquí se describe, o puede necesitar formar una conexión eléctrica para tales colectores de corriente.

10 Una clase de interconexiones candidatas y colectores de corriente son láminas metálicas. Tales láminas metálicas están disponibles en un grosor de 25 micrones o menos, lo que les hace adecuadas para baterías muy finas. Tal lámina puede también obtenerse con baja rugosidad y contaminación de superficie, dos factores que pueden ser cruciales para la actuación de la batería. Las láminas pueden incluir cinc, níquel, latón, cobre, titanio, otros metales y varias aleaciones.

15 Electrolito

Un electrolito es un componente de una batería que facilita que una reacción química tenga lugar entre los materiales químicos de los electrodos. Los electrolitos típicos pueden ser electroquímicamente activo con los electrodos, por ejemplo, permitiendo que ocurran reacciones de oxidación y reducción. En algunos ejemplos, esta actividad electroquímica importante puede hacer que sea un reto crear dispositivos que sean biocompatibles. Por ejemplo, hidróxido de potasio (KOH) puede ser un electrolito comúnmente usado en células alcalina. En alta concentración el material tienen un pH alto y puede interactuar desfavorablemente con varios tejidos vivos. Por otro lado, en algunos ejemplos pueden emplearse electrolitos que pueden ser menos activos electroquímicamente; sin embargo, estos materiales pueden dan como resultado típicamente una menor actuación eléctrica, como un menor voltaje celular y una mayor resistencia celular. Por consiguiente, un aspecto clave del diseño y creación de microbaterías biomédicos puede ser el electrolito. Puede ser deseable que el electrolito sea lo suficientemente activo para cumplir los requisitos mientras también es relativamente seguro para su uso en o dentro del cuerpo.

30 Pueden usarse varios escenarios de pruebas para determinar la seguridad de los componentes de la batería, en particular electrolitos, en células vivas. Estos resultados, junto con pruebas del envase de las baterías, pueden permitir la creación de un sistema de batería que cumpla los requisitos. Por ejemplo, cuando se desarrolla una lente de contacto accionada, los electrolitos de la batería pueden probarse en u modelo de célula corneal humana. Estas pruebas pueden incluir experimentos sobre concentración de electrolitos, tiempo de exposición y aditivos. Los resultados de tales pruebas pueden indicar el metabolismo celular y otros aspectos fisiológicos. Las pruebas también pueden incluir pruebas *in vivo* en animales y humanos.

Los electrolitos para uso en la presente invención pueden incluir cloruro de cinc, acetato de cinc, acetato de amonio y cloruro de amonio en concentraciones de masa desde aproximadamente 0,1 por ciento a 25 por ciento. Las concentraciones específicas pueden depender de la actividad electroquímica, actuación de la batería, duración, integridad del sello y biocompatibilidad.

45 En algunos ejemplos, pueden utilizarse varias clases de aditivos en la composición de un sistema de batería. Los aditivos pueden mezclarse en la base de electrolito para alterar sus características. Por ejemplo, agentes gelificantes como agar pueden reducir la habilidad del electrolito para filtrarse del envase, incrementando así su seguridad. Pueden añadirse inhibidores de corrosión al electrolito, por ejemplo, para mejorar la duración reduciendo la disolución no deseada del ánodo de cinc en el electrolito. Los inhibidores de corrosión pueden incluir Triton® QS-44 y acetato de indio como ejemplos no limitativos. Estos inhibidores pueden afectar positivamente o negativamente al perfil de seguridad de la batería. Pueden añadirse agentes humectantes o surfactantes, por ejemplo, para permitir que el electrolito moje el separado o se rellene en el envase de la batería. De nuevos, estos agentes humectantes pueden ser positivos o negativos para la seguridad. La adición de surfactante al electrolito puede aumentar la impedancia eléctrica de la célula, por lo que debería usarse la concentración más baja de surfactante para conseguir la humedad deseada u otras propiedades. Los surfactantes ejemplares pueden incluir Triton® X-100, Triton® QS-44 y Dowfax® 3B2 en concentraciones de 0,01 por ciento a 2 por ciento.

55 Un ejemplo de formulación de electrolito puede ser: 20% cloruro de cinc, 500 ppm de Triton® QS-44, 200 ppm de indio+3 iones suministrados como acetato de indio y el resto agua.

60 También están apareciendo electrolitos nuevos que pueden mejorar radicalmente el perfil de seguridad de microbaterías biomédicas. Por ejemplo, una clase se electrolitos sólidos puede ser inherentemente resistente a fugas mientras sigue ofreciendo una actuación eléctrica adecuada.

65 Las baterías que usan electrolitos de "agua salada" se usan comúnmente en células de reserva para uso marino. Los buques torpederos, boyas y luces de emergencia pueden usar tales baterías. Las células de reserva son baterías donde los materiales activos, los electrodos y electrolitos, se separan hasta el momento de su uso. Debido a esta separación, la auto-descarga de las células se reduce en gran medida y su duración aumenta en gran medida. Las baterías de agua salda pueden estar diseñadas a partir de una variedad de materiales de electrodos, incluyendo

cinc, magnesio, aluminio, cobre, estaño, dióxido de manganeso y óxido de plata. El electrolito puede ser agua marina real, por ejemplo, agua del océano que inunda la batería después del contacto, o puede ser una formulación de solución salina especialmente creada. Este tipo de batería puede ser particularmente útil en lentes de contacto. Un electrolito de solución salina puede tener una biocompatibilidad superior con electrolitos clásicos como hidróxido de potasio y cloruro de cinc. Las lentes de contacto se almacenan en una "solución envase" que es típicamente una mezcla de cloruro sódico, quizás con otras sales y agentes amortiguadores. Se ha demostrado esta solución como un electrolito de batería en combinación con ánodo de cinc y cátodo de dióxido de manganeso. Otras combinaciones de electrolito y electrodo son posibles. Una lente de contacto que usa una batería de "agua salada" puede contener un electrolito basado en cloruro de sodio, una solución envase, o incluso un electrolito especialmente creado similar al fluido de una lágrima. Tal batería, por ejemplo, podría activarse con la solución envase, mantener una abertura en el ojo y continuar funcionando con exposición a lágrimas humanas.

Además de o en lugar de beneficios posibles para biocompatibilidad usando un electrolito más similar a lágrimas, o realmente usar lágrimas, puede usarse una célula de reserva para cumplir los requisitos de duración de un producto de lente de contacto. Las lentes de contacto típicas están especificadas para almacenarse durante 3 años o más. Éste es un requisito exigente para una batería con un envase pequeño fino. Una célula de reserva para su uso en una lente de contacto puede tener un diseño similar a aquellas mostradas en las Figuras 3 pero el electrolito no se añadiría en el momento de la fabricación. El electrolito puede almacenarse en una ampolla dentro de la lente de contacto y conectarse a la batería, o la solución salina que rodea la batería puede usarse como el electrolito. Dentro del envase de la lente de contacto y la batería, puede diseñarse una válvula o puerto para separar el electrolito de los electrodos hasta que el usuario active la lente. Después de la activación, quizás simplemente apretando el borde de la lente de contacto de manera similar a activar una varita fluorescente, se deja que el electrolito fluya a la batería y forme una secuencia iónica entre los electrodos. Esto puede implicar una única transferencia de electrolito o puede exponer la batería a difusión continuada.

Algunos sistemas de batería pueden usar o consumir electrolito durante la reacción química. Por consiguiente, puede ser necesario crear un cierto volumen de electrolito en el sistema empaquetado. Este electrolito puede estar "aparcado" en varias localizaciones incluyendo el separador o un depósito.

En algunos ejemplos, un diseño de un sistema de batería puede incluir un componente o componentes que pueden funcionar para limitar la capacidad de descarga del sistema de batería. Por ejemplo, puede ser deseable diseñar los materiales y cantidades de materiales del ánodo, cátodo y electrolito de tal manera que uno de ellos pueda agotarse primero durante el curso de reacciones en el sistema de batería. En tal ejemplo, el agotamiento de uno del ánodo, cátodo o electrolito puede reducir la posibilidad de que tengan lugar descargas problemáticas y reacciones secundarias en menores voltajes de descarga. Estas reacciones problemáticas pueden producir, por ejemplo, excesivo gas o productos secundarios que podrían ser perjudiciales para la seguridad y otros factores.

Componentes de batería modular

En algunos ejemplos, un componente de batería modular puede formarse de acuerdo con algunos ejemplos y aspectos de la presente divulgación. En estos ejemplos, el montaje de batería modular puede ser un componente separador de otras partes del dispositivo biomédico. En el ejemplo de un dispositivo de lente de contacto oftálmica, tal diseño puede comprender una batería modular que está separada del resto de la inserción del medio. Puede haber numerosas ventajas por 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 y no integrado que puede aliviar la necesidad de manipular componentes plásticos ópticos rígidos tridimensionalmente formados. Además, las fuentes de fabricación pueden ser más flexibles y pueden operar en modo paralelo al de fabricación de otros componentes en el dispositivo biomédico. Además, la fabricación de los componentes de batería modular puede separarse de las características de dispositivos con forma tridimensional. Por ejemplo, en aplicaciones que requieren formas finales tridimensionales, un sistema de batería modular puede fabricarse en una perspectiva plana o aproximadamente bidimensional y después modelarse con la forma tridimensional apropiada. Un componente de batería modular puede probarse con independencia del resto del dispositivo biomédico y producir pérdida debido a que los componentes de la batería pueden clasificarse antes del montaje. El componente de batería modular resultante puede utilizarse en varias construcciones de inserción de medio que no tengan una región rígida apropiada sobre la que pueden formarse los componentes de la batería; y en otro ejemplo más, el uso de componentes de batería modular pueden facilitar el uso de diferentes opciones para tecnologías de fabricación que se utilizarían de otra manera, como tecnología con base de red (rollo a rollo), tecnología con base de lámina (lámina a lámina), impresión, litografía y proceso con "escobilla". En algunos ejemplos de una batería modular, el aspecto de contención separada de tal dispositivo puede dar como resultado que se añada material adicional a la construcción global de dispositivo biomédico. Tales efectos pueden fijar una limitación en el uso de soluciones de batería modular cuando los parámetros de espacio disponible requieren soluciones con mínimo grosor y volumen.

Los requisitos de forma de batería pueden estar dirigidos al menos en parte por la aplicación para la que se usa la batería. Los factores de forma de batería tradicional pueden ser formas cilíndricas o prismas rectangulares, hechos de metal y pueden estar dirigidos a productos que requieren gran cantidad de potencia durante duraciones largas. Estas aplicaciones pueden ser lo suficientemente grandes como para que puedan contener baterías con un

factor de forma grande. En otro ejemplo, las baterías planas en estado sólido pueden ser prismas finos rectangulares, formados típicamente sobre silicio inflexible o vidrio. Estas baterías planas en estado sólido pueden formarse en algunos ejemplos usando tecnologías de procesamiento de oblea de silicio. En otro tipo de factor de forma de batería, pueden formarse baterías flexibles de baja potencia en una construcción de bolsa, usando papeles finos de aluminio o plástico para contener la química de la batería. Estas baterías pueden ser planas, y pueden estar diseñadas para funcionar cuando se inclinan a una curvatura modesta fuera del plano.

En algunos de los ejemplos de las aplicaciones de batería en la presente invención donde la batería puede emplearse en una lente óptica variable, el factor de forma puede requerir una curvatura tridimensional del componente de batería donde un radio de esa curvatura puede estar en el orden de 8,4 mm. La naturaleza de tal curvatura puede considerarse relativamente inclinada y, para referencia, puede aproximarse al tipo de curvatura encontrado en una punta de dedo humano. La naturaleza de una curvatura inclinada crea aspectos desafiantes para la fabricación. En algunos ejemplos de la presente invención, un componente de batería modular puede estar diseñado de tal manera que pueda fabricarse en una manera plana bidimensional y después formarse en una forma tridimensional de curvatura relativamente alta.

Grosor del módulo de batería

En la designación de componentes de batería para aplicaciones biomédicas, pueden hacerse compensaciones entre varios parámetros equilibrando los requisitos técnicos, de seguridad y funcionales. El grosor del componente de batería puede ser un parámetro importante y limitativo. Por ejemplo, en una aplicación de lente óptica la habilidad de un dispositivo para que un usuario lo lleve puesto cómodamente tiene una dependencia crucial del grosor del dispositivo biomédico. Por lo tanto, puede ser crucial habilitar aspectos en el diseño de la batería para resultados más finos. En algunos ejemplos, el grosor de la batería puede determinarse por el grosor combinado de la lámina superior e inferior, láminas separadoras y grosor de la capa adhesiva. Los aspectos de fabricación práctica pueden impulsar ciertos parámetros de grosor de película a valores estándares en las existencias disponibles de láminas. Además, las películas pueden tener valores de grosor mínimo con los que especificarse en base a consideraciones técnicas en relación con la compatibilidad química, impermeabilidad a humedad/gas, acabado de superficie y compatibilidad con revestimientos que pueden depositarse sobre las capas de la película.

En algunos ejemplos, un grosor deseado u objetivo de un componente acabado de batería puede ser un grosor de componente inferior a 200 μm . En estos ejemplos, este grosor deseado puede impulsarse por la geometría tridimensional de un dispositivo ejemplar de lente oftálmica donde el componente de batería puede necesitar ajustarse al volumen disponible definido por los límites de comodidad al usuario final dada una forma de lente de hidrogel, biocompatibilidad y aceptación. Este volumen y su efecto en las necesidades del grosor del componente de batería pueden ser una función de la especificación total del grosor del dispositivo así como la especificación del dispositivo relativa a su anchura, ángulo de cono y diámetro interno. Otra consideración importante de diseño para el diseño resultante de componente de batería puede relacionarse con el volumen disponible para sustancias químicas activas de batería y materiales en un diseño de componente de batería dada con respecto a la energía química resultante que puede resultar de este diseño. Esta energía química resultante puede después equilibrarse para los requisitos eléctricos de un dispositivo biomédico funcional para su vida objetivo y sus condiciones de funcionamiento.

Flexibilidad de módulo de batería

Otra dimensión de relevancia para el diseño de batería y el diseño de dispositivos relacionados que utilizan fuentes de energía basadas en baterías es la flexibilidad del componente de batería. Puede haber numerosas ventajas conferidas por las formas flexibles de las baterías. Por ejemplo, un módulo de batería flexible puede facilitar la habilidad previamente mencionada para fabricar la forma de la batería en una forma plana bidimensional. La flexibilidad de la forma puede permitir que la batería bidimensional después se forme en una forma tridimensional apropiada para ajustarse a un dispositivo biomédico como una lente de contacto.

En otro ejemplo de los beneficios que puede conferir la flexibilidad en el módulo de batería, si la batería y el posterior dispositivo son flexibles pueden existir ventajas en relación con el uso del dispositivo. En un ejemplo, una forma de lente de contacto de un dispositivo biomédico puede tener ventajas para la inserción/retirada de la inserción de la lente de contacto basada en la inserción de medio que puede estar más cerca de la inserción/retirada de una lente de contacto estándar de hidrogel sin relleno.

El número de flexiones puede ser importante para crear la batería. Por ejemplo, una batería que puede solamente doblarse una vez desde una forma plana a 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 más allá de la habilidad para sobrevivir mecánicamente al resultado de la flexión. Por ejemplo, un electrodo puede ser físicamente capaz de doblarse sin romperse, pero las propiedades mecánicas y electroquímicas del electrodo pueden alterarse por la flexión. Los cambios inducidos por la flexión pueden aparecer inmediatamente, por ejemplo, cambios de impedancia, o la flexión puede introducir cambios que solamente son aparentes en pruebas de duración a largo plazo.

Anchura de módulo de batería

5 Puede haber numerosas aplicaciones donde pueden utilizarse los elementos de energización biocompatibles o baterías de la presente invención. En general, el requisito de anchura de batería puede ser en gran medida una función de la aplicación donde se aplica. En un caso ejemplar, un sistema de batería de lente de contacto puede tener necesidades limitadas para la especificación en la anchura del componente de batería modular. En algunos ejemplos de un dispositivo oftálmico donde el dispositivo tiene una función óptica variable impulsada por un componente de batería, la parte óptica variables puede ocupar una región esférica central de aproximadamente 7,0 mm de diámetro. Los elementos de batería ejemplar pueden considerarse como objetos tridimensionales, que se ajustan a una falda anular cónica alrededor de la óptica central y formarse en un anillo cónico truncado. Si el diámetro máximo requerido de la inserción rígida es un diámetro de 8,50 mm, y puede dirigirse la tangencia a una cierta esfera de diámetro (como por ejemplo en un diámetro de aproximadamente 8,40 mm), entonces la geometría puede dictar lo que puede ser la anchura permitida de batería. Puede haber modelos geométricos que pueden ser útiles para calcular especificaciones deseables para la geometría resultante que en algunos ejemplos puede ser denominada como tronco cónico aplanado en un sector de una corona circular.

20 La anchura de la batería aplanada puede impulsarse por dos características del elemento de batería, los componentes activos de batería y la anchura del sello. En algunos ejemplos relativos a dispositivos oftálmicos un grosor diana puede estar entre 0,100 mm y 0,500 mm por lado, y los componentes activos de batería pueden estar dirigidos a una anchura de aproximadamente 0,800 mm. Otros dispositivos biomédicos pueden tener diferentes límites de diseño pero los principios para elementos de baterías planos flexibles pueden aplicarse de la misma manera.

25 Cavidades como elementos de diseño en el diseño de componentes de batería

En algunos ejemplos, los elementos de batería pueden estar diseñados de maneras que segmenten las regiones de química de batería activa. Pueden existir numerosas ventajas de la división de los componentes activos de batería en segmentos separados. En un ejemplo no limitativo, la fabricación de elementos separados y más pequeños puede facilitar la producción de los elementos. La función de los elementos de batería que incluyen numerosos elementos más pequeños puede mejorarse. Los defectos de varios tipos pueden segmentarse y los elementos no funcionales pueden aislarse en algunos casos para dar como resultado una menor pérdida de función. Esto puede ser relevante en ejemplos donde puede darse la pérdida de electrolito de batería. El aislamiento de componentes individualizados puede dar lugar a un defecto que da como resultado una fuga de electrolito fuera de las regiones fundamentales de la batería para limitar la pérdida de función a ese segmento pequeño del elemento de batería total mientras la pérdida de electrolito por el defecto podría vaciar una región significativamente más grande para baterías configuradas como una célula sencilla. Las células más pequeñas pueden dar como resultado un menor volumen de sustancias químicas de batería activa en una perspectiva global, pero la red de material que rodea cada una de las células más pequeñas puede dar como resultado un fortalecimiento de la estructura total.

40 Sellos internos del elemento de batería

45 En algunos ejemplos de elementos de batería para uso en dispositivos biomédicos, la acción química de la batería incluye química acuosa, donde el agua o la humedad es un importante constituyente de control. Por lo tanto, puede ser importante incorporar mecanismos de sellado que retrasen o prevengan el movimiento de humedad fuera o dentro del cuerpo de la batería. Las barreras de humedad pueden estar diseñadas para mantener el nivel interno de humedad a un nivel designado, dentro de una tolerancia. En algunos ejemplos, una barrera de humedad puede estar dividida en dos secciones o componentes; concretamente el envase y el sello.

50 El envase puede referirse al material principal de la caja. En algunos ejemplos, el envase puede comprender un material grueso. La velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA) puede ser un indicador de actuación con los estándares ISO, ASTM que controlan el procedimiento de pruebas, incluyendo las condiciones medioambientales operantes durante las pruebas. Idealmente, la VTVA para un buen envase de batería puede ser "cero". Los materiales ejemplares con una VTVA cerca de cero pueden ser vidrio y láminas metálicas. Los plásticos, por otro lado, pueden ser inherentemente porosos a la humedad, y pueden variar significativamente para diferentes tipos de plástico. Los materiales fabricados, laminados o co-extruidos pueden normalmente ser híbridos de los materiales comunes de envase.

60 El sello puede ser una interfaz entre dos superficies de envase. La conexión de las superficies de sellado acaba en la caja a lo largo del envase. En muchos ejemplos, la naturaleza de los diseños del sello puede dificultar la caracterización de la VTVA del sello debido a la dificultada para realizar mediciones usando un estándar de ISO o ASTM, ya que el tamaño de muestra o área de superficie 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 real del sello, para algunas condiciones definidas. La actuación del sello puede ser una función del material del sello, el grosor del sello la longitud del sello, la anchura del sello y la adhesión del sello o adherencia a los sustratos del envase.

En algunos ejemplos, los sellos pueden formarse mediante proceso de soldadura que pueden incluir procesos termales, con láser, disolvente, fricción, ultrasónicos o de arco. En otros ejemplos, los sellos pueden formarse mediante el uso de sellantes adhesivos como pegamentos, epoxis, acrílicos, goma natural y goma sintética. Otros ejemplos pueden derivarse de la utilización de material de tipo junta que pueden formarse a partir de corcho, goma natural o sintética, politetrafluoroetileno (PTFE), polipropileno y siliconas por mencionar unos pocos ejemplos no limitativos.

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 particular de batería y después estimando cuándo puede darse una fuga de humedad en una condición de fin de vida para la batería. Por ejemplo, si una batería se almacena en un ambiente húmedo, entonces la diferencia de presión parcial entre el interior y el exterior de la batería será mínima, dando como resultado un índice bajo de pérdida de humedad, y por lo tanto la vida de la batería puede prolongarse. La misma batería ejemplar almacenada en un ambiente particularmente seco y caluroso puede tener una vida útil esperable significativamente reducida debido a la fuerte función impulsora para pérdida de humedad.

Separadores de elementos de batería

Las baterías del tipo descrito en la presente invención pueden utilizarse como material separador que separa físicamente y eléctricamente las partes de ánodo y colector de corriente de ánodo de las partes de cátodo y colector e corriente de cátodo. El separador puede ser una membrana que es permeable al agua y a los componentes disueltos de electrolito; sin embargo, puede ser típicamente eléctricamente no conductora. Mientras miles de materiales separadores comercialmente disponibles son conocidos por aquellos expertos en la técnica, el factor nuevo de forma de la presente divulgación puede presentar límites únicos en la tarea de selección, procesamiento y manipulación de separador.

Ya que los diseños de la presente invención pueden tener perfiles ultrafinos, la elección puede limitarse a los materiales separadores más finos típicamente disponibles. Por ejemplo, los separadores de aproximadamente 25 micrones de grosor pueden ser deseables. Algunos ejemplos que pueden ser ventajosos pueden tener aproximadamente 12 micrones de grosor. Puede haber numerosos separadores comerciales aceptables que incluyen monocapas de polietileno micro-porosas y micro-fibriladas y/o membranas separadoras con tres capas de polipropileno-polietileno-polipropileno (PP/PE/PP) como las producidas por Celgard (Charlotte, CA). Un ejemplo deseable de material separador puede ser la membrana con tres capas PP/PE/PP Celgard M824 que tiene un grosor de 12 micrones. Ejemplos alternativos de materiales separadores útiles para ejemplos de la presente invención pueden incluir membranas separadoras que comprenden celulosa regenerada (por ejemplo, celofán).

Mientras las membranas separadoras con tres capas PP/PE/PP pueden tener un grosor ventajoso y propiedades mecánicas y debido su carácter poliolefinico, pueden también sufrir un número de desventajas que deben superarse con el fin de hacerlas útiles en ejemplos de la presente invención. Existencias en rollo o lámina de materiales separadores con tres capas de PP/PE/PP pueden tener numerosas arrugas u otros errores de forma que pueden ser perjudiciales para las tolerancias a nivel de micrón aplicables a las baterías aquí descritas. Además, los separadores de poliolefina pueden necesitar cortarse a tolerancias ultra-precisas para su inclusión en los diseños presentes, lo que por lo tanto puede implicar cortes con láser como método preferente de formación de colectores de corriente distintos en formas deseables con tolerancias ajustadas. Debido al carácter poliolefinico de estos separadores, ciertos láseres de corte útiles para microfabricación pueden emplear longitudes de onda de láser, por ejemplo 355 nm, que no cortarían poliolefinas. Finalmente, los separadores de poliolefina pueden no ser inherentemente mojables en electrolitos acuosos usados en las baterías aquí descritas.

Sin embargo, puede haber un método para superar estas limitaciones inherentes para membranas de tipo poliolefinico. Con el fin de presentar una membrana separadora microporosa a un láser de corte de alta precisión para cortar piezas en segmentos de arco u otros diseños ventajosos de separador, la membrana puede necesitar estar plana o libre de arrugas. Si estos dos requisitos no se cumplen, la membrana separadora no se puede cortar por completo porque el haz de corte puede inhibirse como resultado de desenfocar o de otra manera dispersar la energía del láser incidente. Además, si la membrana separadora de no es plana o libre de arrugas, la precisión de forma y las tolerancias geométricas de la membrana separadora no pueden conseguirse de manera suficiente. Los márgenes de tolerancia para separadores de ejemplos actuales pueden ser preferentemente +0 micrones y -20 micrones con respecto a las longitudes y/o radios característicos. Puede haber ventajas para tolerancias más ajustadas de +0 micrones y -10 micrones y más para tolerancias de +0 micrones y -5 micrones. El material en existencia para separadores puede hacerse plano y libre de arrugas laminando temporalmente el material a un transportador de vidrio flotante con un líquido apropiado de baja volatilidad. Los líquidos de baja volatilidad pueden ser preferentes sobre adhesivos temporales debido a la fragilidad de la membrana separadora y debido a la cantidad tiempo de procesamiento que puede ser requerido para liberar la membrana separadora de una capa adhesiva. Además, en algunos ejemplos se ha observado que conseguir una membrana separadora plana y libre de arrugas en vidrio flotante usando un líquido es mucho más fácil que usar un adhesivo. Esto puede conseguirse mediante limpieza ultrasónica de membrana separadora para sacar cualquier partícula adherida a la superficie. En algunos

ejemplos, la manipulación de una membrana separadora puede hacerse en un medio adecuado con pocas partículas como una cubierta de flujo laminar o un ambiente estéril de al menos 10.000 clases. Además, el sustrato de vidrio flotante puede estar hecho de particulado libre enjuagando con un disolvente apropiado, limpieza ultrasónica y/o limpiando con toallitas limpias.

5
10
15
20
25

Mientras puede usarse una amplia variedad de líquidos de baja volatilidad para el fin mecánico de laminar membranas separadoras de poliolefina microporosas a un transportador de vidrio flotante, pueden imponerse requisitos específicos en los líquidos para facilitar el posterior corte con láser de formas distintas de separador. Un requisito puede ser que el líquido tenga una tensión de superficie lo suficientemente baja como para empaparse en los poros del material separador que puede verificarse fácilmente mediante inspección visual. En algunos ejemplos, el material separador se vuelve de un color blanco a una apariencia translúcida cuando el líquido llena los microporos del material. Puede ser deseable elegir un líquido que pueda ser benigno y "seguro" para los trabajadores que estén expuestos a las operaciones de preparación y corte del separador. Puede ser deseable elegir un líquido cuya presión de vapor pueda ser lo suficientemente baja como para que no ocurra una evaporación apreciable durante la escala de tiempo del proceso (en el orden de 1 día). Finalmente, en algunos ejemplos el líquido puede tener suficiente potencia disolutiva como para disolver absorbentes ventajosos de UV que puedan facilitar la operación de corte con láser. En un ejemplo, se ha observado que una solución a 12 por ciento (p/p) de absorbente UV avobenzona en disolvente de benzoato de bencilo puede cumplir los requisitos anteriores y pueden llevar a facilitar el corte con láser de separadores de poliolefina con alta precisión y tolerancia en orden bajo sin un excesivo número de pases del haz de láser de corte. En algunos ejemplos, los separadores pueden cortarse con un láser en estado sólido bombeado por diodos en nanosegundos de 8 W 355 nm usando esta técnica donde el láser puede tener ajustes para atenuación a baja potencia (por ejemplo, potencia de 3 por ciento), una velocidad moderada de 1 a 10 mm/s y solamente de 1 a 3 pases del haz de láser. Mientras esta composición aceitosa absorbente de UV ha demostrado ser una ayuda efectiva en el proceso de laminado y corte, aquellos expertos en la técnica conciben y usan sin limitación otras formulaciones aceitosas.

30
35

En algunos ejemplos, puede cortarse un separador mientras se fija a un vidrio flotante. Una ventaja de cortar los separadores mientras se fijan a un transportador de vidrio flotante puede ser que una densidad de número muy alto puede cortarse a partir de una lámina separadora en existencias; como un troquel semiconductor puede disponerse densamente sobre una oblea de silicio. Tal técnica puede proporcionar economía de escala y ventajas de procesos paralelos inherentes en procesos semiconductores. Además, la generación de membrana separadora de sobra puede minimizarse. Una vez que los separadores se han cortado, el fluido que ayuda en el proceso aceitoso puede retirarse mediante una serie de etapas de extracción con disolventes miscibles, y la última extracción puede realizarse con un disolvente de alta volatilidad como alcohol de isopropilo en algunos ejemplos. Los separadores distintos, una vez extraídos, pueden almacenarse indefinidamente en cualquier ambiente con pocas partículas.

40
45

Como se ha mencionado previamente, las membranas separadoras de poliolefina pueden ser inherentemente hidrofóbicas y pueden necesitar hacerse mojables en surfactantes acuosos usados en las baterías de la presente invención. Una técnica para hacer las membranas separadoras mojables puede ser tratamiento con plasma de oxígeno. Por ejemplo, los separadores pueden tratarse durante 1 a 5 minutos en un plasma de oxígeno al 100 por ciento en una amplia variedad de ajustes de potencia y velocidades de flujo de oxígeno. Mientras esta técnica puede mejorar la capacidad para mojarse durante un tiempo, puede conocerse bien que las modificaciones de la superficie de plasma proporcionan un efecto pasajero que pueden o durar lo suficiente como para mojar con fuerza las soluciones de electrolitos. Otra técnica es mejorar la capacidad para mojarse de las membranas separadoras tratando la superficie incorporando un surfactante adecuado en la membrana. En algunos casos, el surfactante puede usarse junto con un revestimiento polimérico hidrofílico que permanece dentro de los poros en la membrana separadora.

50
55
60

Otra técnica para proporcionar más permanencia a la hidrofiliidad impartida por un tratamiento con plasma oxidado puede ser el posterior tratamiento con un organosilano hidrofílico adecuado. De esta manera, el plasma de oxígeno puede usarse para activar e impartir grupos funcionales en toda el área de superficie del separador microporoso. El organosilano puede después enlazarse covalentemente con y/o adherirse no covalentemente con la superficie tratada con plasma. En ejemplos que usan un organosilano, la porosidad inherente del separador microporoso puede no cambiarse de manera apreciable, y la cobertura de la superficie de monocapa puede ser también posible y deseable. Los métodos de la técnica anterior que incorporan surfactantes junto con revestimientos poliméricos pueden requerir controles rigurosos sobre la cantidad real de revestimiento aplicado a la membrana, y después pueden someterse a variabilidad de proceso. En casos extremos, los poros del separador pueden bloquearse, afectando de este modo de manera negativa a la utilidad del separador durante el funcionamiento de la célula electroquímica. Un organosilano ejemplar útil en la presente divulgación puede ser (3-aminopropil)trióxosilano. Otros organosilanos hidrofílicos pueden ser conocidos por aquellos expertos en la técnica y pueden usarse sin limitación.

65

Otro método más para hacer membranas separadoras mojables mediante electrolito acuoso puede ser la incorporación de un surfactante adecuado en la formulación de electrolito. Una consideración en la elección de surfactante para hacer membranas separadoras mojables puede ser el efecto que el surfactante pueda tener en la actividad de uno o más electrodo en la célula electroquímica, por ejemplo, aumentando la impedancia eléctrica de la

célula. En algunos casos, los surfactantes pueden tener propiedades anti-corrosión ventajosas, específicamente en el caso de ánodos de cinc en electrolitos acuosos. El cinc puede ser un ejemplo conocido para someterse a una reacción lenta con agua para liberar gas de hidrógeno, que puede ser deseable. Aquellos expertos en la técnica pueden conocer numerosos surfactantes para limitar las velocidades de dicha reacción a niveles ventajosos. En otros casos, el surfactante puede interactuar fuertemente con la superficie de electrodo de cinc de manera que se impida la actuación de la batería. Como consecuencia, debe tenerse mucho cuidado en la sección de tipos apropiados de surfactante y niveles de carga para asegurar que la capacidad para mojarse del separador pueda obtenerse sin afectar negativamente a la actuación electroquímica de la célula. En algunos casos, puede usarse una pluralidad de surfactantes, uno estando presente para impartir la capacidad para mojarse a la membrana separadora y el otro estando presente para facilitar propiedades anti-corrosión al ánodo de cinc. En un ejemplo, no se hace tratamiento hidrofílico a la membrana separadora y se añade un surfactante o una pluralidad de surfactantes a la formulación de electrolitos en una cantidad suficiente como para otorgar capacidad para mojarse a la membrana separadora.

Pueden integrarse separadores distinto en la microbatería laminar mediante colocación directa en una cavidad, bolsillo o estructura designada dentro del montaje. Deseablemente, este bolsillo puede formarse por un separador que tiene un corte que puede ser una inclinación geométrica de la forma del separador. Además, el bolsillo puede tener un saliente o escalón sobre el que el separador descansa durante el montaje. Dicho saliente o escalón puede incluir opcionalmente un adhesivo sensible a la presión que retiene el separador distinto. Ventajosamente, el adhesivo sensible a la presión puede ser el mismo que se usa en la construcción y acumulación de otros elementos de una microbatería laminar ejemplar.

Adhesivo sensible a la presión

En algunos ejemplos, la pluralidad de componentes que comprenden las microbaterías laminares de la presente invención pueden juntarse con un adhesivos sensible a la presión (ASP) que también sirve como sellante. Mientras que pueden existir infinidad de formulaciones para adhesivo sensible a la presión, tales formulaciones casi siempre incluyen componentes que las hace inadecuadas para sus uso en microbaterías laminares compatibles. Ejemplos de componentes no deseables en adhesivos sensibles al calor pueden incluir: componentes lixiviables de baja masa molecular, antioxidantes, por ejemplo BHT y/o MEHQ, aceites plastificantes, impurezas, fracciones oxidablemente inestables que contienen, por ejemplo, enlaces químicos no saturados, disolventes residuales y/o monómeros, fragmentos iniciadores de polimerización, adhesivos fijadores y similares.

Los AsSP adecuados pueden por otro lado mostrar las siguientes propiedades. Pueden ser capaces de aplicarse a componentes laminares para conseguir capas finas en el orden de 2 a 20 micrones. También, pueden contener un mínimo de, preferentemente cero, componentes no deseables o no biocompatibles. Además, pueden tener suficientes propiedades adhesivas o cohesivas como para unir componentes de la batería laminar. Y, pueden ser capaces de fluir a las características a nivel de escala inherentes en los dispositivos de la presente construcción mientras proporcionan un sellado robusto de electrolito dentro de la batería. En algunos ejemplos de AsSP, los AsSP pueden tener una baja permeabilidad a vapor de agua con el fin de mantener una composición acuosa deseable de electrolito dentro de la batería incluso cuando la batería se somete a condiciones extremas de humedad durante periodos prolongados de tiempo. Los AsSP pueden tener buena resistencia química a componentes de electrolitos tales como ácidos, surfactantes y sales. Pueden ser inertes a los efectos de inmersión en agua. Los AsSP adecuados pueden tener una baja permeabilidad al oxígeno para minimizar el índice de oxidación directa, lo que puede ser una forma de auto-descarga de ánodos de cinc. Y, pueden facilitar una permeabilidad finita a gas de hidrógeno, lo que puede evolucionar lentamente de ánodos de cinc en electrolitos acuosos. Esta propiedad de permeabilidad finita a gas de hidrogeno puede evitar una acumulación de presión interna.

Tomando en consideración estos requisitos, el poliisobutileno (PIB) puede ser un material comercialmente disponible que puede formularse en composiciones de ASP cumpliendo muchos, si no todos, los requisitos deseables. Además, PIB puede ser un excelente sellante 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 Oppanol® B15 de BASF Corporation. Oppanol® B15 puede disolverse en disolventes de hidrocarburo tales como tolueno, dodecano, licores minerales y similares. Una composición PSA ejemplar puede incluir 30 por ciento Oppanol® B15 (p/p) en una mezcla disolvente que incluye 70 por ciento (p/p) tolueno y 30 por ciento dodecano. Las propiedades adhesivas y reológicas de PIB en base a AsSP pueden determinarse en algunos ejemplos mezclando diferentes grados de masa molecular de PIB. Una técnica común puede ser usar una mayoría de PIB de baja masa molar, por ejemplo, Oppanol® B10 para afectar a la humedad, fijación y adhesión, y usar una minoría de PIB de alta masa molar para afectar a la dureza y resistencia para fluir. Como consecuencia, pueden concebirse mezclas de cualquier número de grados de masa molar de PIB y pueden ponerse en práctica dentro del alcance de la presente invención. Además, los adhesivos fijadores pueden ser en algunos casos oxidablemente inestables y pueden incluir un antioxidante, lo que podría desprenderse del ASP. Por estos motivos, los adhesivos fijadores ejemplares para su uso en AsSP para microbaterías laminares compatibles pueden incluir adhesivos fijadores de resina de hidrocarburo completamente o en su mayor parte hidrogenados como la serie Regalrez de fijadores de Eastman Chemical Corporation.

Consideraciones adicionales sobre envase y sustrato en módulos de batería biocompatible

5 Puede haber numerosas consideraciones sobre envase y sustrato que pueden dictar características deseables para diseños de envases en microbaterías laminares biocompatibles. Por ejemplo, el envase puede ser predominantemente en base a lámina y/o película donde estas capas de embalaje pueden ser lo más finas posibles, por ejemplo, de 10 a 50 micrones. Además, el envase puede proporcionar suficiente barrera de difusión para ganar o perder humedad durante su vida útil. En muchos ejemplos deseables, el envase puede proporcionar una suficiente barrera de difusión para ingresar oxígeno y limitar la degradación de ánodos de cinc mediante oxidación directa.

10 En algunos ejemplos, el envase puede proporcionar una secuencia de impregnación finita para gas de hidrógeno que puede evolucionar debido a la reducción directa de agua por cinc. Y, el envase puede contener deseablemente y suficientemente y puede aislar los contenidos de la batería de tal manera que pueda minimizarse la exposición potencial a un usuario.

15 En la presente divulgación, las construcciones de envases pueden comprender los siguientes tipos de componentes funcionales; concretamente, capas de envase superior e inferior, capas de ASP, capas separadoras, zonas de interconexión, puertos de llenado y envase secundario.

20 En algunos ejemplos, las capa superiores e inferiores del envase pueden comprender papeles metálicos de aluminio o películas de polímero. Las capas superiores e inferiores del envase pueden comprender construcciones con múltiples capas de películas que contienen una pluralidad de capas de polímero y/o barrera. Tales construcciones de películas pueden referirse como películas laminadas de barreras co-extruidas. Un ejemplo de película laminada de barrera co-extruida de utilidad particular en la presente invención puede ser un sustrato 3M Scotchpak 1109 que consiste en una red transportadora de PET, una capa barrera de aluminio depositada en vapor y una capa de polietileno que comprende un grosor total medio de película de 33 micrones. Puede haber disponibles numerosas películas barrera con múltiples capas similares y pueden usarse en ejemplos alternativos de la presente invención.

30 En construcciones de diseño que comprenden un ASP, la dureza de la superficie de la capa del envase puede ser de particular importancia, porque el ASP puede necesitar sellar las capas opuestas de la capa de envase. La dureza de la superficie puede ser el resultado de fabricar procesos usados en la producción de láminas y películas, por ejemplo, procesos que emplean rollos, extrudidos, repujados y/o calandrados, entre otros. Si la superficie es demasiado rugosa, puede no ser capaz de aplicarse ASP en un grosor uniforme cuando el grosor de ASP deseado está en el orden de la rugosidad de la superficie Ra. Además, los ASP pueden no sellar adecuadamente contra una cara opuesta si la cara opuesta tiene una rugosidad que puede estar en el orden del grosor de capa de ASP. En la presente divulgación, los materiales del envase que tiene una rugosidad de superficie, Ra, inferior a 10 micrones pueden ser ejemplos aceptables. En algunos ejemplos, los valores de rugosidad de superficie pueden ser 5 micrones o menos. Y, en otros ejemplos más, la rugosidad de la superficie puede ser 1 micrón o menos. Los valores de rugosidad de superficie pueden medirse mediante una variedad de métodos incluyendo, aunque sin limitar a, técnicas de medición como interferometría con luz blanca, perfilometría de superficie y similares. Puede haber muchos ejemplos en la técnica de metrología de superficie que pueden describir la rugosidad de la superficie con un número de parámetros alternativos y los valores medios de rugosidad de superficie, Ra, aquí presentada pueden ser representativos de los tipos de características inherentes en los procesos de fabricación anteriormente mencionados.

45 Colectores de corriente y electrodos

50 En algunos ejemplos de células de cinc-carbono y Leclanché, el colector de corriente de cátodo puede ser una barra de carbono sinterizada. Este tipo de material puede hacer frente a los obstáculos técnicos para células electroquímicas finas de la presente divulgación. En algunos ejemplos, pueden usarse tintas de carbono impresas para sustituir barras de carbono sinterizadas para el colector de corriente de cátodo, y en estos ejemplos, el dispositivo resultante puede formarse sin deterioro significativo para la célula electroquímica resultante. Típicamente dichas tintas de carbono pueden aplicarse directamente a los materiales del envase que pueden comprender películas de polímero, o en algunos casos papeles metálicos de aluminio. En los ejemplos donde la película del envase puede ser un papel metálico de aluminio, la tinta de carbono puede necesitar proteger al papel metálico de aluminio de la degradación química y/o corrosión por el electrolito. Además, en estos ejemplos, el colector de corriente de tinta de carbono puede necesitar proporcionar conductividad desde el interior de la célula electroquímica al exterior de la célula electroquímica, incluyendo el sellado alrededor o a través de la tinta de carbono. Debido a la naturaleza porosa de la tintas de carbono, puede que se consiga fácilmente sin desafíos significativos. Las tintas de carbono pueden aplicarse en capas que tiene un grosor finito y relativamente pequeño, por ejemplo, de 10 a 20 micrones. En un diseño de célula electroquímica fina donde el grosor total el envase interno puede tener solamente de 100 a 150 micrones, el grosor de una capa de tinta de carbono puede ocupar una fracción significativa del volumen total interno de la célula electroquímica, impactando así negativamente a la actuación eléctrica de la célula. Además, la naturaleza fina de la batería total y el colector de corriente en particular puede implicar una pequeña área en sección transversal para el colector de corriente. Cuando la resistencia de una marca aumenta con longitud de marca y disminuye con sección transversal, puede haber una compensación directa entre grosor de colector de

corriente y resistencia. La resistividad colectiva e tinta de carbono puede ser insuficiente para cumplir el requisito de resistencia de baterías finas. Las tintas llenas con plata u otros metales conductores también pueden considerarse para disminuir la resistencia y/o grosor, pero pueden introducir nuevos desafíos como incompatibilidad con electrolitos nuevos. Tomando en consideración estos factores, en muchos ejemplos puede ser deseable realizar células electroquímicas finas de gran rendimiento eficiente con la presente invención utilizando un papel metálico de aluminio como colector de corriente, o aplicar una película fina de metal a una capa de envase de polímero subyacente para actuar como colector de corriente. Tales láminas pueden reducir significativamente la resistividad, lo que les permite cumplir los requisitos de resistencia eléctrica con mucho menos grosor que tintas de carbono impresas.

En algunos ejemplos, una o más de las capas superiores y/o inferiores del envase pueden servir como un sustrato para un metal colector de corriente esparcida o un conjunto metálico. Por ejemplo, el sustrato 3M Scotchpak 1109 puede metalizarse usando deposición de vapor físico (DVF) de una o más capas metálicas útil como colector de corriente para un cátodo. Ejemplos de conjuntos metálicos útiles como colectores de corriente de cátodo pueden ser capas de adhesión Ti-W (Titanio-Tungsteno) y capas conductoras Ti (Titanio). Los conjuntos metálicos ejemplares como colectores de corriente de ánodo pueden ser capas de adhesión de Ti-W, capas de adhesión de Au (Oro), y capas de deposición de In (Indio). El grosor de las capas de DVF pueden ser preferentemente inferior a 500 nm en total. Si se usan múltiples capas, las propiedades electroquímicas y de barrera necesitan ser compatibles con la batería. Por ejemplo, el cobre puede galvanizarse sobre la parte superior de una capa semilla para hacer crecer una capa de conductor. Pueden galvanizarse capas adicionales sobre el cobre. Sin embargo, el cobre puede ser electroquímicamente incompatible con ciertos electrolitos, especialmente en presencia de cinc. Por consiguiente, si se usa cobre como una capa en la batería, tiene que aislarse lo suficiente del electrolito de batería. Alternativamente, el cobre puede excluirse o sustituirse por otro metal.

En algunos otros ejemplos, las láminas superiores y/o inferiores del envase 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 cinc. La lámina de latón puede galvanizarse opcionalmente con indio antes de galvanizarse con cinc. En una realización preferente, las láminas que sirven de envase para colector de corriente de cátodo lámina de titano, lámina Hasteloy C276, lámina de cromo y/o lámina de tántalo. En ciertos diseños, una o más láminas de envase pueden blanquearse, gofrarse, grabarse, texturizarse, trabajar con máquina o procesarse de otra manera para proporcionar la forma, superficie y/o geometría deseable al envase final de la célula.

Ánodo e inhibidores de corrosión en ánodo

El ánodo para la batería laminar de la presente invención puede comprender preferentemente cinc. En baterías tradicionales de carbono de cinc, un ánodo de cinc puede tomar la forma física de una lata donde los contenidos de la célula electroquímica pueden estar contenidos. Para la batería de la presente invención, una lata de cinc puede ser un ejemplo, pero puede haber otras formas físicas de cinc que pueden proporcionar diseños deseables para realizar baterías ultra-pequeñas.

El cinc galvanizado puede tener ejemplos de uso en un número de industrias, por ejemplo, para el revestimiento protector o estético de partes metálicas. En algunos ejemplos, el cinc galvanizado puede usarse para formar ánodos finos conformes útiles para baterías de la presente invención. Además, el cinc galvanizado puede tener patrones en configuraciones aparentemente infinitas, dependiendo del intento de diseño. Un medio fácil para estampar cinc galvanizado puede ser procesar con el uso de una fotomáscara o una máscara física. Una máscara de enchapado puede fabricarse mediante una variedad de técnicas. Una técnica puede ser usando una fotomáscara. En estos ejemplos, una fotorresistencia puede aplicarse a un sustrato conductor, el sustrato sobre el que el cinc puede posteriormente enchaparse. El patrón deseado de enchapado puede después proyectarse a la fotorresistencia por medio de una fotomáscara, provocando así la curación de áreas seleccionadas de fotorresistencia. La fotorresistencia no curada puede después retirarse con disolvente apropiado y técnicas de limpieza. El resultado puede ser un área estampada de material conductor que puede recibir un tratamiento con cinc galvanizado. Mientras este método puede proporcionar beneficio a la forma o diseño del cinc que se va a enchapar, la técnica puede requerir el uso de materiales disponibles foto-estampables, que pueden tener propiedades restringidas a la construcción total del envase de la célula. Consecuentemente, pueden ser necesarios métodos nuevos para estampar cinc y realizar algunos diseños de microbaterías finas de la presente divulgación.

Un medio alternativo para estampar ánodos de cinc puede ser por medio de una aplicación de máscara física. Una máscara física puede hacerse cortando aberturas deseables en una película que tiene propiedades deseables de barrera y/o envase. Además, la película puede tener un adhesivo sensible a la presión aplicado sobre uno o ambos lados. Finalmente, la película puede tener forros protectores de liberación aplicados a uno o ambos adhesivos. El forro de liberación puede tener el fin doble de proteger el adhesivo durante el corte de abertura y proteger el adhesivo durante etapas específicas del proceso de montaje de la célula electroquímica, específicamente la etapa de llenado del cátodo, descrito en la siguiente descripción. En algunos ejemplos, una máscara de cinc puede comprender una película de PET de aproximadamente 100 micrones de grosor a la que puede aplicarse un adhesivo sensible a la presión a ambos lados en un grosor de capa de aproximadamente 10-20 micrones. Ambas capas de ASP pueden estar cubiertas por una película de liberación de PET que puede tener un tratamiento de

superficie de baja energía de superficie, y pueden tener un grosor aproximado de 50 micrones. En estos ejemplos, la máscara de cinc con múltiples capa comprende ASP y película e PET. Las películas de PET y las construcciones de máscara de cinc PET/ASP como aquí se describen pueden procesarse deseablemente con equipos de micromáquinas de láser con precisión de nanosegundos, tales como cabina con micromáquina de láser Oxford Lasers E-Series, para crear aperturas ultra-precisas en la máscara para facilitar el enchapado. En esencia, una vez que la máscara de cinc se ha fabricado, un lado del forro de liberación puede retirarse, y la máscara con aberturas puede laminarse en el colector de corriente de ánodo y/o película/lámina de envase en el lado del ánodo. De esta manera, el ASP crea un s ello en los bordes interno de las aberturas, facilitando una máscara limpia y precisa de cinc durante el galvanizado.

La máscara de cinc puede colocarse y después puede realizarse el galvanizado de uno o más materiales metálicos. En algunos ejemplos, el cinc puede galvanizarse directamente en una lámina colectora de corriente de ánodo electroquímicamente compatible, como latón. En ejemplos de diseño alternativo donde el envase del lado del ánodo comprende una película de polímero o una película de polímero con múltiples capas donde se ha aplicado metalización de semilla, el cinc y/o las soluciones de enchapado usadas para depositar cinc, pueden no ser químicamente compatibles con la metalización de semilla subyacente. Las manifestaciones de falta de compatibilidad pueden incluir grietas en la película, corrosión y/o evolución exacerbada de H_2 después del contacto con el electrolito de célula. En tal caso, pueden aplicarse metales adicionales al metal semilla para afectar mejor a la compatibilidad química total en el sistema. Un metal que ha encontrado utilidad particular en construcciones con células electroquímicas puede ser indio. El indio se usa ampliamente como un agente de aleación en cinc de grado de batería siendo su función primaria proporcionar una propiedad anti-corrosión al cinc en presencia de electrolito. En algunos ejemplos, el indio puede depositarse exitosamente en varias metalizaciones de semilla tal como Ti-W y Au. Las películas resultantes de 1-3 micrones de indio en dichas capas de metalización de semilla pueden ser adherentes y con poca tensión. 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 conformables y duraderas. En algunos ejemplos, puede ser posible depositar cinc sobre una superficie tratada con indio, y el depósito resultante puede ser muy poco uniforme o nodular. Este efecto ocurre en ajustes de baja densidad de corriente, por ejemplo, 215 Am^{-2} (20 amperios por pie cuadrado (APC)). Como se ve bajo un microscopio, puede observarse que los nódulos de cinc se forman sobre el depósito de indio liso subyacente. En ciertos diseños de célula electroquímica, el margen de tolerancia del espacio vertical para la capa de ánodo de cinc puede ser de hasta aproximadamente 5-10 micrones como máximo, pero en algunos ejemplos pueden usarse densidades de corriente más baja para enchapado de cinc, y los crecimientos nodulares resultantes pueden ser más altos que el margen de tolerancia máximo del ánodo vertical. Puede ser que el crecimiento de cinc nodular sea el resultado de una combinación del alto potencial del indio y de la presencia de una capa de óxido de indio.

En algunos ejemplos, el enchapado de DC de mayor densidad de corriente puede superar los patrones de crecimiento nodular relativamente grandes de cinc en superficie de indio. Por ejemplo, las condiciones de enchapado en 1080 Am^{-2} (100 APC) pueden dar como resultado cinc nodular, pero el tamaño de los nódulos de cinc puede reducirse drásticamente en comparación con las condiciones de enchapado de 215 Am^{-2} (20 APC). Además, el número de nódulos pueden ser infinitamente inferior a 1080 Am^{-2} (100 APC) en condiciones de enchapado. La película de cinc resultante puede unirse finalmente con una capa más o menos uniforme con solamente una característica residual de crecimiento nodular mientras cumple el margen de tolerancia del espacio vertical de aproximadamente 5-10 micrones.

Un beneficio añadido del indio en la célula electroquímica puede ser la reducción de gas de hidrógeno, que puede ser un proceso lento que ocurre en células electroquímicas acuosas que contienen cinc. El indio puede aplicarse beneficiosamente a uno o más del colector de corriente de ánodo, el propio ánodo como componente de aleación en co-enchapado, o como un revestimiento de superficie sobre el cinc galvanizado. Para este último caso, los revestimientos 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 se añaden al electrolito en concentraciones pequeñas, el indio puede enchaparse espontáneamente sobre superficies expuestas de cinc así como partes del colector de corriente de ánodo expuesto.

El cinc y ánodos similares comúnmente usados en baterías primarias comerciales se encuentra típicamente en forma de lámina, barra o pasta. El ánodo de una batería biocompatible en miniatura puede tener una forma similar, por ejemplo, una lámina fina, o puede enchaparse como se ha mencionado anteriormente. Las propiedades de este ánodo pueden diferir significativamente de aquellas en baterías existentes, por ejemplo, debido a las diferencias en contaminantes o acabado de superficie atribuidos a procesos de fabricación y enchapado. Por consiguiente, los electrodos y electrolito pueden requerir un diseño especial para cumplir los requisitos de capacidad, impedancia y vida útil. Por ejemplo, parámetros especiales para proceso de enchapado, composición de baño de enchapado, tratamiento de superficie y composición de electrolito pueden ser necesarios para optimizar la actuación del electrodo.

Mezcla de cátodo

Puede haber numerosas mezclas de química de cátodo que pueden ser consistentes con los conceptos de la presente divulgación. 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 a una pasta o masa y pueden comprender dióxido de manganeso, alguna forma de carbono conductor como negro de carbón o grafito, y otros componentes opcionales. En algunos ejemplos, estos componentes opcionales pueden comprender uno o más aglutinantes, sales de electrolito, inhibidores de corrosión, agua y otros disolventes, surfactantes, modificadores de reología y otros aditivos conductores tales como polímeros conductores. Una vez formulada y apropiadamente mezclada, la mezcla de cátodo puede tener una reología deseable que permite que se dispense en porciones deseadas del separador y/o colector de corriente del cátodo, o con una escobilla a través de una pantalla o plantilla de una manera similar. En algunos ejemplos, la mezcla de cátodo puede secarse antes de las etapas posteriores de montaje de célula, mientras en otros ejemplo, el cátodo puede contener algunos o todos los componentes y puede solamente secarse parcialmente para un contenido seleccionado de humedad.

El dióxido de manganeso que puede usarse en la mezcla de cátodo puede ser preferentemente dióxido de manganeso electrolítico (DME) debido a la capacidad beneficiosa de energía adicional que este tipo de dióxido de manganeso proporciona en relación a otras formas, como dióxido de manganeso natural o dióxido de manganeso químico. Además, el DME útil en baterías de la presente invención puede necesitar tener un tamaño de partícula y una distribución de tamaño de partícula que puede ser conductora con la formación de pastas/masas de cátodo que puede depositarse o imprimirse. Específicamente, el DME puede procesarse para retirar componentes de partícula significativamente grandes que se considerarían grandes en relación con otras características tales como dimensiones internas de batería, grosores del separador, diámetros de la punta dispensadora, tamaños de abertura de la plantilla o tamaños de la malla pantalla. En algunos ejemplos, DME puede tener un tamaño medio de partícula de 7 micrones con un contenido de partícula grande que puede contener partícula de hasta aproximadamente 70 micrones. En ejemplos alternativos, el DME puede tamizarse, después triturarse o separarse o procesarse de otra manera para limitar el contenido de partícula grande por debajo de un cierto umbral, por ejemplo, 25 micrones o menos. Un proceso útil para la reducción de tamaño de partícula de DME puede ser trituración a chorro donde pueden obtenerse partículas con sub-micrones. Otros procesos útiles para la reducción del tamaño grande de partícula pueden incluir triturado con bola o triturado con 3 rollos de la mezcla de cátodo antes de su uso.

Un aspecto crucial de la pasta mezcla de cátodo puede ser el aglutinante polimérico. El aglutinante puede tener un número de funciones en la pasta de mezcla del cátodo. La función primaria del aglutinante puede ser crear suficiente red eléctrica entre partículas entre partículas de DME y partículas de carbono. Una función secundaria del aglutinante puede ser facilitar contacto eléctrico con el colector de corriente de cátodo. Una tercera función del aglutinante puede ser influenciar en las propiedades reológicas de la pasta mezcla de cátodo para dispensación ventajosas y/o filtrar/estarcir. Todavía, una cuarta función del aglutinante puede ser mejora la toma y distribución de electrolitos dentro del cátodo. La elección del polímero aglutinante así como la cantidad específica que se usará puede ser crucial para la función beneficiosa del cátodo en la célula electroquímica de la presente divulgación. Si el polímero aglutinante es demasiado soluble en el electrolito que se va a usar, entonces la función primaria del aglutinante, la continuidad eléctrica, puede estar drásticamente impactada hasta el punto de no funcionalidad celular. Por el contrario, si el polímero aglutinante es insoluble en el electrolito que se va a usar, las partes de DME pueden aislarse iónicamente del electrolito, dando como resultado una menor actuación de las células así como una capacidad reducida, menor voltaje en circuito abierto y/o mayor resistencia interna. Al final, la elección de un polímero aglutinante y cantidad que se usará puede ser un acto cuidadoso de equilibrio que necesita determinarse mediante experimentación cuidadosa, en algunos ejemplos usando la técnica de "diseño de experimentos". Ejemplos de polímeros aglutinantes útiles para la presente divulgación comprenden polivinilpirrolidona, poliisobutileno, copolímeros tri-bloque elásticos que comprende bloques con final de estireno como los fabricados en Kraton Polymers, copolímeros en bloque de látex estireno-butadieno, ácido poliacrílico, hidroxietilcelulosa, carboximetilcelulosa, entre otros.

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

Arquitectura y fabricación de batería

La arquitectura y la tecnología de fabricación de una batería pueden estar íntimamente entrelazadas. Como se ha analizado en secciones anteriores de la especificación, una batería tiene los siguientes elementos: cátodo, ánodo, separador, electrolito, colector de corriente de cátodo, colector de corriente de ánodo y envase. El diseño inteligente puede tratar de combinar estos elementos en sub-montajes fáciles de fabricar. En otros ejemplos, el diseño optimizado puede tener componentes de doble uso, como el uso de un envase de metal por dos como colector de corriente. Desde un punto de vista en relación con el volumen y el grosor, estos elementos pueden tener el mismo volumen casi todos, excepto el cátodo. En algunos ejemplos, el sistema electroquímico puede requerir desde aproximadamente dos (2) a diez (10) veces el volumen de cátodo como ánodo debido a las diferencias

significativas en la densidad mecánica, densidad de energía, eficiencia de descarga, pureza de material y presencia de aglutinantes, rellenos y agente conductores. En estos ejemplos, la escala relativa de los varios componentes puede aproximarse al siguiente grosor de los elementos: Colector de corriente de ánodo = 1 μm ; colector de corriente de cátodo = 1 μm ; electrolito = líquido intersticial (efectivamente 0 μm); separador = tan fino o grueso como se dese cuando el grosor máximo planeado es aproximadamente 15 μm ; ánodo = 5 μm , y el cátodo = 50 μm . Para estos ejemplos de elementos el envase necesario para proporcionar suficiente protección para mantener la química de la batería en medios de uso puede tener un grosor máximo planeado de aproximadamente 50 μm .

En algunos ejemplos, que pueden ser fundamentalmente diferentes de construcciones grandes y prismáticas como formas cilíndricas o rectangulares y que pueden ser diferentes a la construcción en estado sólido basada en obleas, tales ejemplos pueden asumir una construcción de tipo "bolsa", usando redes o láminas fabricadas en varias configuraciones, con elementos de batería dispuestos dentro. La contención puede tener dos películas o una película doblada sobre la otra, formando cualquiera de estas configuraciones dos superficies aproximadamente planas, que pueden después sellarse en el perímetro para formar un recipiente. Este factor de forma fino pero amplio puede hacer que los propios elementos de la batería sean finos y amplios. Además, estos ejemplos pueden ser adecuados para aplicación a través de revestimiento, impresión en grabado, estampado serigráfico, chisporroteo u otras tecnologías similares de fabricación.

Puede haber numerosas disposiciones de los componentes internos, como el ánodo, separador y cátodo en estos ejemplos de batería "tipo bolsa" con un factor de forma fino pero amplio. Dentro de la región delimitada formada por las dos películas, estos elementos básicos pueden ser "co-planares", esto es, estar uno al lado el otro en mismo plano o "co-faciales" que pueden estar uno enfrente del otro en planos opuestos. En la disposición co-planar, el ánodo, separador y cátodo pueden estar dispuestos sobre la misma superficie. Para la disposición co-facial, el ánodo puede estar depositado sobre la superficie 1, el cátodo puede estar depositado sobre la superficie 2, y el separador puede estar situado entre los dos, bien depositado sobre uno de los lados, o insertado como su propio elemento separado.

Otro tipo de ejemplo puede clasificarse como montaje laminado, que puede implicar el uso de película, bien en una forma de red o lámina, para formar una batería capa a capa. Las láminas pueden unirse una con otra usando adhesivos, tales como adhesivos sensibles a la presión, adhesivos térmicamente activados, o adhesivos basados en reacción química. En algunos ejemplos las láminas pueden unirse mediante técnicas de soldadura como soldadura térmica, soldadura ultrasónica y similares. Las láminas pueden someterse a prácticas estándares en la industria como montaje rollo a rollo (R2R) o lámina a lámina. Como se ha indicado anteriormente, el volumen interior para el cátodo necesita ser sustancialmente más grandes que el de los otros elementos activos en la batería. Una gran parte de la construcción de una batería puede tener que crear espacio de este material de cátodo, y soportarlo de la migración durante la flexión de la batería. Otra parte de la construcción de batería que puede consumir partes significativas del presupuesto de grosor puede ser el material separador. En algunos ejemplos, una forma de lámina de separador puede crear una solución ventajosa para el proceso de laminado. En otros ejemplos, el separador puede formarse dispensando material hidrogel en una capa para actuar como separador.

En estos ejemplos de montaje laminado de batería, el producto que se forma puede tener una lámina de ánodo, que puede ser una combinación de una capa de envase y un colector de corriente de ánodo, así como un sustrato para la capa de ánodo. El producto que se forma puede también tener una lámina separadora opcional, una lámina separadora de cátodo y una lámina de cátodo. La lámina de cátodo puede ser una combinación de una capa de envase y una capa de colector de corriente de cátodo.

El contacto íntimo entre electrodos y colectores de corriente tiene una importancia crucial para reducir la impedancia y aumentar la capacidad de descarga. Si las partes del electrodo no están en contacto con el colector de corriente, la resistencia puede aumentar ya que la conductividad es después a través del electrodo (típicamente menos conductor que el e colector de corriente) o una parte del electrodo puede desconectarse por completo. En baterías cilíndricas o con célula de moneda, la intimidad se realiza con fuerza mecánica para ondular la lata, empaquetar pasta en la lata o a través de medios similares. Arandelas onduladas o resortes similares se usan en células comerciales para mantener la fuerza dentro de la batería; sin embargo, esto podría añadirse al grosor total de una batería en miniatura. En baterías parches típicas, un separador puede saturarse en electrolito, colocarse en los electrodos, y presionarse por el envase externo. En baterías laminares co-faciales hay varios métodos para aumentar la intimidad de electrodos. El ánodo puede enchaparse directamente en el colector de corriente en lugar de usar una pasta. Este proceso da como resultado inherentemente un nivel alto de intimidad y conductividad. Sin embargo, el cátodo es típicamente una pasta. Aunque el material aglutinante presente en la pasta del cátodo puede proporcionar adhesión y cohesión, puede ser necesaria presión mecánica para asegurar que la pasta del cátodo permanezca en contacto con el colector de corriente del cátodo. Esto puede ser especialmente importante cuando el envase se dobla y la batería envejece y se descarga, por ejemplo, cuando la humedad abandona el envase a través de sellos finos y pequeños. La compresión del cátodo puede conseguirse en la batería laminar co-facial introduciendo un separador adecuado y/o electrolito entre el ánodo y el cátodo. Un electrolito de gel o un separador de hidrogel, por ejemplo, pueden comprimirse en el montaje y no simplemente quedarse sin batería como lo haría el electrolito líquido. Una vez que la batería se ha sellado, el electrolito y/o separador puede de nuevo colocarse contra el cátodo. Puede realizarse una etapa de gofrado después de montar el conjunto laminar, introduciendo compresión en el conjunto.

Proceso ilustrado ejemplar de elementos de energización biocompatibles – Separador colocado

Un ejemplo de las etapas que pueden estar incluidas en el procesamiento de elementos de energización biocompatibles pueden encontrarse en referencia a las Figs. 4A-4N. El proceso en algunas de las etapas ejemplares puede encontrarse en las figuras individuales. En la Fig. 4A, puede ilustrarse una combinación de un separador de cátodo de PET 401 y un separador de espacio de PET 404. El separador de cátodo 401 puede formarse aplicando películas de PET 403 que, por ejemplo, pueden tener un grosor aproximado de 0,0762 mm (3 mil). En cada lado de la capa de PET pueden encontrarse capas de ASP o éstas pueden estar tapadas con una capa de liberación de fluoruro de polivinilideno (PVDF) 402 que puede tener un grosor aproximado de 0,0254 (1 mil). El separador de espacio PET 404 puede estar formado por una capa de PVDF 409 que puede tener un grosor aproximado de 0,0762 (3 mil). Puede haber una capa de PET de tapa 405 que puede tener un grosor aproximado de 0,0127 (0,5 mils). Entre la capa de PVDF 409 y la capa de PET que tapa 405, en algunos ejemplos puede haber una capa de ASP.

Procediendo con la Fig. 4B, puede cortarse un agujero 406 en la capa separadora de espacio mediante tratamiento con corte de láser. Después en la Fig. 4C, la capa separadora de espacio de PET puede laminarse 408 con la capa separadora de cátodo de PET. Procediendo con la Fig. 4D, un agujero de separador de cátodo 410 puede cortarse mediante tratamiento con corte de láser. El alineamiento de esta etapa de corte puede registrarse con las características previamente cortadas en la capa separadora de espacio de PET. En la Fig. 4E, una capa de Celgard 412, para una última capa separadora, puede unirse a un transportador 411. Procediendo con la Fig. 4F, el material Celgard puede cortarse en figuras que tienen entre el tamaño de los agujeros previos cortados con láser y aproximadamente el tamaño del agujero separador de espacio de PET, formando un separador pre-cortado 420. Procediendo con la Fig. 4G, una herramienta de tomar y colocar 421 puede usarse para tomar y colocar piezas distintas de Celgard en sus localizaciones deseadas en el dispositivo en desarrollo. En la Fig. 4H, las piezas de Celgard colocadas 422 se ajustan en su lugar y después la capa de liberación de PVDF 423 puede retirarse. Procediendo con la Fig. 4I, la estructura del dispositivo en desarrollo puede unirse a una película del ánodo 425. El ánodo puede estar formado por una película colectora de ánodo sobre el que una película de ánodo de cinc puede galvanizarse.

Procediendo con la Fig. 4J, un lodo de cátodo 430 puede colocarse en el hueco formado. En algunos ejemplos puede usarse una escobilla 431 para extender la mezcla de cátodo en la pieza de trabajo y en el proceso llenar los huecos de las baterías que se están formando. Después del llenado, el resto de capa de liberación de PVDF 432 puede retirarse, lo que puede dar como resultado la estructura ilustrada en la Fig. 4K. En la Fig. 4L la estructura completa puede someterse a un proceso de secado que puede encoger el lodo de cátodo 440 para también estar a la altura de capa superior de PET. Procediendo con la Fig. 4M, una capa de película de cátodo 450, que ya puede tener la película colectora de cátodo sobre ella, puede unirse a la estructura en desarrollo. En una ilustración final en la Fig. 4N, puede realizarse un proceso de corte con láser para retirar regiones laterales 460 y producir un elemento de batería 470. Puede haber numerosas alteraciones, eliminaciones, cambios en materiales y grosores dianas que pueden ser útiles en el intento de la presente divulgación.

El resultado del proceso ejemplar puede representarse con detalle en la Fig. 5. En un ejemplo, las pueden definirse siguientes características de referencia. La química del cátodos 510 puede situarse en contacto con el cátodo y el colector de cátodo 520. Una capa de adhesivo sensible a la presión 530 puede sujetar y sellar el colector de cátodo 520 con la capa separadora de PET 540. Por el otro lado de la capa separadora de PET 540, puede haber otra capa de AP 550, que sella y adhiere la capa separadora de PET 540 a la capa de hueco de PET 560. Otras capa de ASP 565 puede sellar y adherir la capa de hueco de PET 560 a la capa de ánodo y capa de colector de corriente de ánodo. Una capa con enchapado de cinc 570 puede enchaparse en el colector de corriente de ánodo 580. La capa separadora 590 puede estar situada dentro de la estructura para realizar las funciones asociadas que se han definido en la presente divulgación. En algunos ejemplos, puede añadirse un electrolito durante el procesamiento del dispositivo, y en otros ejemplos el separador puede ya comprender electrolitos.

Ilustración de procesamiento ejemplar de elementos de energización biocompatibles – separador depositado

Un ejemplo de las etapas que pueden incluirse en el procesamiento de elementos de energización biocompatibles puede encontrarse en las Figs. 6A-6H. El proceso en algunas de las etapas ejemplares puede encontrarse en las figuras individuales. Puede haber numerosas alteraciones, eliminaciones, cambios en materiales y grosores dianas que pueden ser útiles en el intento de la presente divulgación.

En la Fig. 6A, puede ilustrarse una construcción laminar 600. La estructura laminar puede estar compuesta por dos capas de liberación de construcción laminar 602 y 602a, una capa en cada lado; dos capas de adhesivo de construcción laminar 604 y 604a, situadas entre las capas de liberación de construcción laminar 602 y 602a; y un núcleo de construcción laminar 606, situado entre las dos capas de adhesivo de construcción laminar 604 y 604a que pueden producirse o comprarse, como la cinta de transferencia adhesiva sensible a la presión comercialmente disponible con una capa de forro interno. Las capas adhesivas de construcción laminar 604 pueden ser una capa de PVDF que tenga un grosor de aproximadamente 1-3 milímetros y tapan el núcleo de la construcción laminar 606. El núcleo de la construcción laminar 606 puede comprender una resina de polímero termoplástico como tereftalato de polietileno, que por ejemplo, puede tener un grosor de aproximadamente 3 milímetros. Procediendo con la Fig. 6B,

un agujero para el bolsillo del cátodo 608 puede cortarse en la construcción laminar mediante tratamiento con corte de láser. Esto puede formar una capa separadora de cátodo.

Después, en la Fig. 6C, una capa de liberación de construcción laminar inferior 602 puede retirarse de la construcción laminar, exponiendo la capa adhesiva de construcción laminar 604. La capa adhesiva de construcción laminar 604 puede después usarse para adherir una lámina de conexión de ánodo 610 para cubrir la abertura inferior del bolsillo de cátodo 608. Procediendo con la Fig. 6D, la lámina de conexión de ánodo 610 puede protegerse sobre la capa inferior expuesta adhiriendo una capa máscara 612. La capa máscara 612 puede ser una cinta de transferencia ASP comercialmente disponible con un forro primario. Después, en la Fig. 6E, la lámina de conexión de ánodo 610 puede galvanizarse con un metal coherente 614, cinc por ejemplo, que cubre la sección expuesta de la lámina de conexión del ánodo 610 dentro del bolsillo del cátodo. Procediendo con 6F, la capa máscara de conexión eléctrica de ánodo 612 se retira de la parte inferior de la lámina de conexión del ánodo 610 después del galvanizado. En algunos ejemplos, que se expondrán en una sección posterior, materiales diferentes a metales pueden cubrirse en la cavidad, como depósitos de grafito, grafito intercalado con metales o capas semiconductoras.

Las Figs. 7A-7F pueden ilustrar un modo alternativo de procesar las etapas del método ilustrado en las Figs. 6A-6F. Las Figs. 7A-7B pueden ilustrar procesos similares a los representados en las Figs. 6A-6B. La estructura laminar puede comprender dos capas de liberación de construcción laminar, 702 y 702a, una capa en cada extremo; dos capas de adhesivo de construcción laminar 704 y 704a, situadas entre las capas de liberación de construcción laminar 702 y 702a; y un núcleo de construcción laminar 706, situado entre las dos capas de adhesivo de construcción laminar 704 y 704a. Las capas de liberación y las capas adhesivas pueden producirse o compararse, como la cinta de transferencia adhesiva sensible a la presión comercialmente disponible con capa de forro primario. Las capas adhesivas de construcción laminar pueden ser una capa de fluoruro de polivinilideno (PVDF) que puede tener un grosor de aproximadamente 1-3 milímetros y tapar el núcleo de construcción laminar 706. El núcleo de la construcción laminar 706 puede comprender una resina de polímero termoplástico como tereftalato de polietileno, que por ejemplo, puede tener un grosor de aproximadamente 3 milímetros. Procediendo con la Fig. 7B, una cavidad para el bolsillo del cátodo 708 puede cortarse en la construcción laminar mediante tratamiento con corte de láser. En la Fig. 7C, una lámina de conexión de ánodo 710 puede obtenerse y una capa máscara protectora 712 aplicarse a un lado. Después, en la Fig. 7D, la lámina de conexión de ánodo 710 puede galvanizarse con una capa 714 de un metal coherente, por ejemplo, cinc. Procediendo con la Fig. 7E, las construcciones laminares de las Figs. 7B y 7D pueden combinarse para formar una nueva construcción laminar como se representa en la Fig. 7E adhiriendo la Fig. 7B a la capa galvanizada 714 de la Fig. 7D. La capa de liberación 702a de la Fig. 7B puede retirarse con el fin de exponer la capa adhesiva 704 a de la Fig. 7B para adherencia a la capa galvanizada 714 de la Fig. 7D. procediendo después con la Fig. 7E, la capa máscara protectora de ánodo 712 puede retirarse la parte inferior de la lámina de conexión del ánodo 710.

Las Figs. 8A-8H ilustran implementación de elementos de energización para una estructura laminar biocompatible, que en ocasiones es referida como montaje laminar o un montaje laminado aquí similar a, por ejemplo, los ilustrados en las Figs. 6A-6F y 7A-7F. Procediendo con la Fig. 8A, una mezcla precursora separadora de hidrogel 820 puede depositarse sobre la superficie del montaje laminado. En algunos ejemplos, como se representa, la mezcla precursora separadora de hidrogel 820 puede aplicarse después de una capa de liberación 802. Después, en la Fig. 8B, la mezcla precursora separadora de hidrogel 820 puede aplicarse con una escobilla 850 en el bolsillo del cátodo mientras se limpia la capa de liberación 802. El término "aplicación de escobilla" puede referirse generalmente al uso de una herramienta para allanar o raspar que restriega la superficie y mueve el material fluido sobre la superficie y a las cavidades que existente. El proceso de aplicación de escobilla puede realizarse con un equipo similar al dispositivo de tipo vernáculo "escobilla" o alternativamente un dispositivo para allanar como bordes de un cuchillo, bordes de una cuchilla y similares que pueden estar hechos de numerosos materiales y pueden ser químicamente consistente con el material que se moverá.

El proceso representado en la Fig. 8B puede realizarse varias veces para asegurar el revestimiento del bolsillo de cátodo e incrementar el grosor de las características resultantes. Después, en la Fig. 8C, la mezcla precursora separadora de hidrogel puede dejarse secar con el fin de evaporar materiales, que pueden ser típicamente disolventes o diluyentes de varios tipos, de la mezcla precursora separadora de hidrogel; después, los materiales dispensados y aplicados pueden curarse. Puede ser posible repetir ambos procesos representados en la Fig. 8B y Fig. 8C en combinación con algunos ejemplos. En algunos ejemplos, la mezcla precursora separadora de hidrogel puede curarse mediante exposición a calor mientras en otros ejemplos la curación puede realizarse mediante exposición a energía de fotones. En otros ejemplos más la curación puede incluir tanto la exposición a fotones como a calor. Puede haber numerosas maneras de curar la mezcla precursora separadora de hidrogel.

El resultado de la curación puede ser formar el material precursor separador de hidrogel con la pared del bolsillo del cátodo así como la región de superficie en proximidad con una características de ánodo o cátodo que en el presente ejemplo puede ser una característica de ánodo. La adherencia del material a las paredes laterales de la cavidad puede ser útil en la función de separación de un separador. El resultado de la curación puede ser formar un concentrado de mezcla precursora polimerizada deshidratada 822 que puede considerarse simplemente el separador de la célula. Procediendo con la Fig. 8D, un lodo de cátodo 830 puede depositarse sobre la superficie de la capa de liberación de construcción laminar 802. Después, en la Fig. 8E el lodo de cátodo 830 puede aplicarse con

escobilla en el bolsillo del cátodo y el concentrado de mezcla precursora polimerizada deshidratada 822. El lodo de cátodo puede moverse a su localización deseada en la cavidad mientras simultáneamente se limpia hasta un alto grado de la capa de liberación de construcción laminar 802. El proceso de la Fig. 8E puede realizarse varias veces para asegurar el revestimiento del lodo del cátodo 830 en la parte superior del concentrado de mezcla precursora polimerizada deshidratada 822. Después, en la Fig. 8E, el lodo del cátodo puede dejarse secarse para formar un relleno de cátodo aislado 832 en la parte superior del concentrado de mezcla precursora polimerizada deshidratada 822 relleno del resto del bolsillo del cátodo.

Procediendo con la Fig. 8G, una formulación de electrolito 840 puede añadirse sobre el relleno del cátodo aislado 832 y dejar que hidrate el relleno del cátodo aislado 832 y el concentrado de mezcla precursora polimerizada deshidratada 822. Después, en la Fig. 8H, una lámina de conexión de cátodo 816 puede adherirse al resto de capa adhesiva de construcción laminar 804 retirando el resto de capa de liberación de construcción laminar 802 y presionando la lámina de conexión 816 en su lugar. La colocación resultante puede dar como resultado cubrir el relleno de cátodo hidratado 842 así como establecer contacto eléctrico con el relleno del cátodo 842 como un colector de corriente de cátodo y medios de conexión.

Las Figs. 9A a 9C pueden ilustrar un ejemplo alternativo del montaje de laminado resultante ilustrado en la Fig. 7D. En la Fig. 9A, la lámina de conexión de ánodo 710 puede obtenerse y una capa máscara protectora 712 aplicarse a un lado. La lámina de conexión de ánodo 710 puede enchaparse con una capa 714 de metal coherente, por ejemplo con cinc, de una manera similar a la descrita en las figuras previas. Procediendo con la Fig. 9B, un separador de hidrogel 910 puede aplicarse sin el uso del método de escobilla ilustrado en la Fig. 8E. La mezcla precursora separador de hidrogel puede aplicarse de varias maneras, por ejemplo, una película pre-formada de la mezcla puede adherirse mediante adherencia física, y alternativamente una mezcla diluida de la mezcla precursora separadora de hidrogel puede dispensarse y después ajustarse a un grosor deseado mediante el proceso de revestimiento con giros. Alternativamente, el material puede aplicarse mediante revestimiento con espray u otro proceso equivalente.

Después, en la Fig. 9C, se representa un proceso para crear un segmento del separador de hidrogel que puede funcionar como una contención alrededor de una región del separador. El proceso puede crear una región que limita el flujo o difusión de materiales como electrolito fuera de la estructura interna de los elementos formados de la batería. Puede por lo tanto formarse tal característica de bloqueo 920 de varios tipos. La característica de bloqueo, en algunos ejemplos, puede corresponder a una región muy entrecruzada de la capa separadora ya que en muchos ejemplos puede estar formada por una mayor exposición a energía de fotones en la región deseada de la característica de bloqueo 920. En otros ejemplos, pueden añadirse materiales al material del separador de hidrogel antes de curarse para crear partes regionalmente diferenciadas que después de curarse se convierten en la característica de bloqueo 920. En otros ejemplos más, las regiones del material del separador de hidrogel pueden retirarse antes o después de la curación mediante varias técnicas incluyendo por ejemplo grabado químico de la capa con máscara para definir la extensión regional. La región del material retirado puede crear una característica de bloqueo por sí misma o alternativamente puede añadirse material de vuelta al hueco para crear una característica de bloqueo. El proceso del segmento impermeable puede darse mediante varios métodos que incluyen aunque no se limitan a: proceso con imagen fuera, mayor entrecruzado, dosis grande de fotones, relleno de la parte trasera u omisión de adherencia con hidrogel para crear un hueco. En algunos ejemplos, una construcción o montaje laminado del tipo representado como el resultado del proceso en la Fig. 9C puede formarse sin la característica de bloqueo 920.

Separadores polimerizados del elemento de batería

En algunos diseños de baterías, el uso de un separador distinto (como se ha descrito en secciones previas) puede descartarse debido a una variedad de razones tales como el coste, la disponibilidad de materiales, la calidad de materiales o la complejidad de procesar algunas opciones de material como ejemplos no limitativos. En tales casos, un separador moldeado o formado en el lugar que puede haberse representado en los procesos de las Figs. 8A-8H por ejemplo, pueden proporcionar beneficios deseables. Mientras separadores de almidón y pasta se han usado comercialmente con éxito en baterías AA y otras baterías de carbono de cinc o en formato Leclanché, tales separadores pueden ser inadecuados en algunos modos de uso en ciertos ejemplos de microbaterías laminares. Hay que prestar especial atención a la uniformidad y consistencia de geometría para cualquier separador usado en las baterías de la presente divulgación. Es necesario un control preciso sobre el volumen del separador para facilitar una posterior incorporación precisa de volúmenes conocidos de cátodo y la posterior realización de capacidades de descarga consistente y actuación de células.

Un método para conseguir un separador en el sitio uniforme y mecánicamente robusto puede ser usar formulaciones de hidrogel curables con UV. En varias industrias pueden conocerse numerosas formulaciones de hidrogel permeables al agua, por ejemplo, en la industria de lentes de contacto. Un ejemplo de un hidrogel común en la industria de lentes de contacto puede ser gel entrecruzado poli(hidroxietilmetacrilato), o simplemente pHEMA. Para numerosas aplicaciones de la presente divulgación, pHEMA puede poseer muchas propiedades atractivas para su uso en baterías Leclanché y de carbono de cinc. pHEMA típicamente puede mantener el contenido de agua de aproximadamente 30-40 por ciento en el estado hidratado mientras mantiene un módulo elástico de

aproximadamente 689 kPa (100 psi) o mayor. Además, las propiedades del módulo y el contenido de agua de hidrogeles entrecruzados puede ajustarse por un experto en la técnica incorporando componentes monoméricos hidrofílicos adicionales (por ejemplo, ácido metacrílico) o poliméricos (por ejemplo, polivinilpirrolidona). De esta manera, el contenido de agua, o más específicamente, la permeabilidad iónica del hidrogel puede ajustarse por la formulación.

De particular ventaja en algunos ejemplos, una formulación de hidrogel que puede verse y polimerizable puede contener uno o más diluyentes para facilitar su procesamiento. El diluyente puede elegirse para ser volátil de tal manera que la mezcla que puede verse puede aplicarse con escobilla en una cavidad, y después dejarse suficiente tiempo para retirar el componente de disolvente volátil. Después de secarse, una fotopolimerización al por mayor puede iniciarse mediante exposición a un fotoiniciador elegido, como CGI 819. El diluyente volátil puede ayudar a proporcionar una viscosidad deseable en la aplicación para facilitar la fundición de una capa uniforme el material polimerizable en la cavidad. El diluyente volátil puede también proporcionar efectos beneficiosos al reducir la tensión de superficie, particularmente en el caso donde se incorporan monómeros fuertemente polares en la formulación. Otro aspecto que puede ser importante para conseguir la fundición de una capa uniforme de material polimerizable en la cavidad puede ser la viscosidad de la aplicación. Los monómeros reactivos comunes de baja masa molar típicamente no tienen viscosidades muy altas, lo que puede ser típicamente sólo unos pocos mPa.s (unos pocos centipoises).

En un esfuerzo por proporcionar un control de viscosidad beneficiosa del material separador fundible y polimerizable, puede seleccionarse un componente polimérico de alta masa molar conocido por ser compatible con el material polimerizable para su incorporación en la formulación. Ejemplos de polímeros de alta masa molar que pueden ser adecuados para su incorporación en formulaciones ejemplares pueden incluir polivinilpirrolidona y óxido de polietileno.

En algunos ejemplos el separador fundible polimerizable puede aplicarse ventajosamente en una cavidad designada, como se ha descrito previamente. En ejemplos alternativos, puede no haber cavidad en el momento de la polimerización. En su lugar, la formulación separadora fundible polimerizable puede cubrirse en un sustrato que contiene electrodos, por ejemplo, latón enchapado con cinc estampado, y después exponerse posteriormente a radiación actínica usando una fotomáscara para polimerizar selectivamente el material separador en las áreas dirigidas. El material separador que no reacciona puede después retirarse mediante exposición para enjuagar los disolventes apropiados. En estos ejemplos, el material separador puede designarse como separador fotoestampable.

Ejemplo de batería primaria

En algunos ejemplos del proceso de elementos de energización biocompatibles con separadores depositados, puede formarse una batería primaria. Una batería primaria típica puede caracterizarse por su propiedad de único uso. En un ejemplo consistente con el proceso laminar, una batería puede formarse con las siguientes características y elementos como se exponen en la tabla más abajo

Elemento	Material
Colector de corriente de cátodo	Lámina de titanio
Electrodo de cátodo (Lodo)	Lodo que contiene dióxido de manganeso electrolítico y carbono
Separador	Hidrogel
Electrodo de ánodo	Cinc enchapado
Colector de corriente de ánodo	Lámina de latón
Laminado	Núcleo de tereftalato de polietileno con adhesivo
Electrolito	Base ZnCl ₂ /NH ₄ Cl

Puede haber numerosas formulaciones de química de cátodo que pueden ser consistentes con esta invención. Como un ejemplo no limitativo, una formulación puede comprender dióxido de manganeso electrolítico en una mezcla de grafito. En un ejemplo, una mezcla de polvo puede formarse mezclando dióxido de manganeso electrolítico triturado con chorro (JMEMD) y grafito KS6 como el disponible en Timcal (Grafito sintético primario TIMCAL TIMREX® KS6) en una proporción de peso de 80 por ciento JMEMD y 20 por ciento KS6. La mezcla puede realizarse mediante numerosos medios. Por ejemplo, JMEMD y KS6 pueden mezclarse triturando hasta pulverizar los dos polvos durante un periodo prolongado en el orden de minutos a horas. En algunos ejemplos, la mezcla de polvo resultante puede mezclarse con un 10 por ciento de poliisobutileno (PIB) en solución de tolueno. El 10 por ciento de solución PIB puede formarse a partir de poliisobutileno gado B50 mezclado con tolueno aproximadamente en 10 partes de PIB B50 con 90 partes de formulación de tolueno por peso. El 10 por ciento de PIB puede mezclarse

con una cantidad adicional de tolueno y con el polvo JMEMD/K6 para formular el lodo para el procesamiento del cátodo. Esta mezcla de estos materiales puede comenzar aproximadamente con 1,5 partes de PIB 50/solución de tolueno. Para esto, pueden añadirse aproximadamente 2,3 partes de tolueno. La mezcla puede completarse con 4,9 partes de polvo JMEMD/KS6. Esto puede dar como resultado una mezcla que es aproximadamente 1,7 por ciento PIB, 45 por ciento JMEMD, 11 por ciento KS6 y el resto tolueno. La mezcla puede proceder hasta que se forma un lodo uniforme con una consistencia de tipo pasta. La cantidad de disolvente (tolueno en un ejemplo) en el sistema puede variar para afectar a las características del lodo formado, y en otros ejemplos, la cantidad relativa de PIB B50 en el lodo puede variar del ejemplo.

Continuando con el ejemplo de batería primaria, un separador de hidrogel puede formarse de las maneras analizadas en esta divulgación a partir de una mezcla precursora. En un ejemplo, una mezcla precursora puede formarse mezclando hidroxietilmetacrilato (HEMA) con etileno glicol dimetilacrilato (EGDMA) y con polivinilpirrolidona (PVP). Puede haber otros constituyentes añadidos a la mezcla tales como fotoiniciadores. Un fotoiniciador ejemplar puede ser óxido de fenilbis (2,4,6-trimetilbenzoin)-fosfina, que puede estar disponible en formulaciones comerciales que incluyen Irgacure®, que aquí también puede llamarse "CGI 819". También puede haber numerosos disolventes que pueden usarse en varias cantidades para alcanzar la reología deseada de la mezcla. En un ejemplo no limitativo, puede usarse 2-proponol como un disolvente apropiado.

Muchas de las exposiciones generales sobre elementos de dispositivos de energización biocompatibles, como el cátodo y lodo de cátodo, tiene ejemplos relacionados con elementos de batería primaria, y puede esperarse que las variaciones y ejemplos para estos varios elementos comprendan otros ejemplos de elementos de batería primaria para la presente especificación.

En algunos ejemplos, el ánodo de cinc puede formarse mediante electrodeposición de cinc sobre el material colector de corriente de ánodo. En otros ejemplos, como se ha expuesto, la electrodeposición puede ocurrir a través de una estructura de laminado para solamente exponer partes del material de colector de corriente. Puede haber numerosas maneras de depositar materiales de ánodo, por ejemplo, laminación o revestimiento metálico; y, otros sistemas de batería pueden emplear otras especies químicas diferentes al cinc, como plata como ejemplo no limitativo.

La batería puede incluir varios tipos de formulaciones de electrolito. Las soluciones básicas de hidróxido pueden incluirse en el electrolito. Sin embargo, en algunos ejemplos de baterías biocompatibles, pueden utilizarse formulaciones de electrolito menos básicas. Los electrolitos para su uso en la presente invención pueden incluir cloruro de cinc, acetato de cinc, acetato de amonio, cloruro de amonio y sales similares en concentraciones de masa desde aproximadamente 0,1 por ciento a 30 por ciento. Además, pueden añadirse surfactantes a la formulación de electrolitos, por ejemplo para mejorar la mojabilidad o reducir la erosión. Surfactantes ejemplares pueden incluir Triton™ X-100, Triton™ QS44 y Dowfax™ 3B2 en concentraciones de desde 0,01 por ciento a 2 por ciento. Como ejemplo, puede añadirse Triton™ X-100 al cloruro de cinc, solución de cloruro de sodio. Un ejemplo de una formulación de electrolito puede ser: 20% cloruro de cinc, 500 ppm de Triton™ QS-44, 200 ppm de indio + 3 ion suministrado como acetato de indio y el resto con agua.

Ejemplos de batería secundaria

La estructura y los procesos de fabricación que se han descrito en la presente divulgación pueden ser útiles en la producción de baterías secundarias. Puede haber un número de consideraciones relacionadas con los elementos de batería secundaria que pueden diferir de las consideraciones hechas para elementos primarios. El proceso de recarga de un elemento de batería puede dar como resultado que los componentes de la batería se hinchen o encojan, y por lo tanto las dimensiones de las características y las capas de contención así como la composición de la batería pueden ajustarse en algunas realizaciones. El uso de capas de polímero solidificado para los electrolitos puede permitir una capa que pueda ocupar solamente algunos de los aspectos relativos al hinchado o encogimiento cuando los iones de electrodo se mueven alrededor del dispositivo durante los ciclos de carga, y posteriormente durante los ciclos de descarga. Como se ha mencionado en algunas de las exposiciones previas, es posible bajo ciertas circunstancias que evolucionen gases también en los dispositivos de energización. Puede haber numerosos medios estructurales para acomodar la acumulación de gas en el dispositivo incluyendo la habilidad del gas para dispersarse fuera del dispositivo así como la habilidad de las capas de polímero solidificado para acomodar partes de la expansión de volumen mediante la creación de gas.

En baterías secundarias, las capas de ánodo y cátodo pueden cambiar designación dependiendo de si el dispositivo se está cargando o descargando, y pueden considerarse primeros y segundos electrodos. Por lo tanto, puede ser útil referirse al ánodo y cátodo en referencia a si la célula de batería está cargándose de manera que pueda considerarse una célula electrolítica o si está descargándose de manera que pueda considerarse una célula galvánica. Por lo tanto, cuando se hace referencia al cátodo de la célula galvánica, la primera estructura de electrodo funcionará para aceptar espontáneamente electrones de un circuito externamente conectado. Así mismo, el cátodo de la célula electrolítica es físicamente el segundo electrodo en la batería secundaria que acepta electrones de un elemento externo en carga.

Aunque en algunos ejemplos la clase de baterías que utilizan electrodo de cinc y de dióxido de manganeso pueden funcionar como baterías secundarias, puede haber muchos ejemplos más comunes de baterías secundarias. En una clase común de baterías secundarias, los iones de litio pueden comprender las especies químicas que almacenan energía. Puede haber numerosas maneras para formar electrodos baterías de ion de litio. En el tipo de dispositivos de acuerdo con la presente invención, puede haber numerosos compuestos intercalados de litio que pueden estar presentes en el ánodo de la célula galvánica. Por ejemplo, el lodo de cátodo puede incluir óxido de litio-níquel-manganeso-cobalto, óxido de litio-manganeso y fosfato de litio-hierro, entre otros.

El segundo electrodo puede ser el ánodo de la célula galvánica y, en algunos ejemplos, puede formarse o cubrirse con grafito u otras formas de carbono. En otros ejemplos, pueden usarse varias formas de silicio depositado. En maneras similares al enchapado de zinc expuestas con respecto a baterías primarias, el silicio puede enchaparse en regiones o en una capa plana en el sustrato. El silicio enchapado puede formarse en la capa de contacto metálica del colector de corriente que puede tener revestimientos de superficie de platino, titanio o una capa fina de silicio en algunos ejemplos. El enchapado del material del electrodo puede ocurrir en un medio no acuoso que comprende SiCl_4 , SiHCl_3 , SiBr_4 , $\text{Si}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$ o $\text{Si}(\text{OOCCH}_3)_4$ como ejemplos no limitativos. En otros ejemplos, capas de grafito o silicio pueden depositarse con pulverización en la superficie del colector de corriente para formar la segunda región de electrodo de una manera similar a la representada en la Figura 7D.

Los electrodos pueden formarse sobre láminas de metal de manera consistentes con las exposiciones anteriores en relación con el proceso de laminado. Estos electrodos y las láminas de metal pueden formar la capa base, esto es, debajo de las capas de laminado que forman la cavidad. También, el otro colector de corriente puede usarse para taponar la estructura de laminado después de que se haya formado el cátodo y la célula se ha llenado con electrolito.

Para formar soluciones de electrolito, típicamente pueden disolverse sales de litio en sistemas de disolvente no acuoso. Por lo tanto, estos sistemas de disolvente no acuosos pueden interactuar con las varias capas adhesivas de diferentes maneras, y ya que la integridad de los sellos en los dispositivos de batería puede ser importante, puede haber interacciones en la elección del sistema adhesivo que pueda requerirse dependiendo del uso de disolventes no acuosos. Las formas solidificadas de electrolitos de polímero son conocidas en los dispositivos de polímero de litio que incorporan electrolitos de polímero. Los métodos de formación de separadores que comienzan con el llenado de precursor líquido de una cavidad puede realizarse para estos tipos de baterías secundarias donde un separador polimerizado puede formarse a partir de polímeros tales como PVDF o poli(acrilonitrilo). En algunos ejemplos, puede ser posible utilizar precursores que forman hidrogel donde el polímero se solidifica con sales convencionales consistentes con células de litio. Por ejemplo, en un ejemplo no limitador un precursor separador puede mezclarse con hexafluorofosfato de litio en disolventes no acuosos tales como carbonato de etileno, carbonato de dimetilo y carbonato de dietilo como ejemplos no limitativos. La capa solidificada resultante puede formarse con disolvente en exceso para permitir que se encoja como se ha descrito en la relación con el proceso del precursor de hidrogel.

En un ejemplo específico no limitativo, puede formarse una estructura laminada con base en la cavidad, como se ha descrito en la exposición anterior de procesos de laminado, donde la capa inferior puede ser el colector de corriente al que se ha unido una capa de grafito o silicio. Las capas de laminado que se unen al colector de corriente pueden tener cavidades formadas en ellas como se ha descrito. En un ejemplo no limitativo, una solución de fundición puede formarse mezclando una proporción aproximada de dos con uno de poli(vinilideno fluoruro) (PVDF) y poli(dimetilsiloxano) (PDMS) en una mezcla de disolvente que comprende N-N Dimetil Acetamida (DMAc) y glicerol. La proporción de DMAc con glicerol puede variar y puede afectar a características tales como la porosidad de la capa separadora resultante. Un exceso de la mezcla de disolvente puede usarse para permitir que la capa resultante se encoja en la cavidad para formar una capa separadora. En algunos ejemplos, especialmente para niveles altos de disolvente, el sistema adhesivo para la estructura laminada puede alterarse para optimizar la consistencia con el sistema de disolvente DMAc-glicerol. Después de aplicar la escobilla a la solución de función en las cavidades definidas, la estructura resultante puede secarse a temperatura ambiente o a temperatura elevada durante un periodo de tiempo. Otras maneras de dispensar la solución de función pueden ser consistentes con el proceso aquí descrito. Después, la estructura puede sumergirse en un baño a temperatura ambiente durante 20-40 horas para dejar que el glicerol se disuelva fuera de la capa separadora y resulte en una capa con una porosidad deseada. La estructura resultante puede después secarse en un medio de vacío durante un periodo de 20-40 horas.

En algunos ejemplos, la capa separadora resultante puede tratarse con exposición a una solución de electrolito. En un ejemplo no limitativo una solución de 1 molar de hexafluorofosfato de litio en una mezcla de aproximadamente 1/1/1 de carbonato de etileno (EC)/carbonato dimetilo (DMC) y carbonato etil metilo (EMC) puede formarse y dispensarse en la cavidad. En algunos otros ejemplos la exposición al electrolito puede darse después de que el cátodo se haya formado en la cavidad.

En un tipo diferente de ejemplo la estructura de laminado puede construirse de la manera resumida en referencia a las Figs. 4A-4N. Un separadora, como una película de Celgar, puede cortarse a un tamaño de una características en una capa separadora con espacio y después colocarse en la estructura laminada en oposición a

llenarse en la cavidad. El separador colocado puede también tratarse con una exposición a electrolito antes de volverse a procesar con un "lodo de cátodo".

5 La estructura resultante puede ahora estar preparada para recibir un tratamiento con el lodo del cátodo. Puede usarse un número de lodos de cátodo que comprenden diferentes tipos de compuestos de litio, aunque otros tipos químicos diferentes del litio pueden ser posibles. En un ejemplo no limitativo, puede usarse un lodo basado en fosfato de hierro-litio (LiFeO₄). En algunos ejemplos, el lodo de fosfato hierro-litio puede formarse primero mezclando carboximetilcelulosa de sodio en agua desionizada. A la mezcla resultante, pueden añadirse después un polvo que comprende fosfato de hierro-litio y agentes conductores tales como grafito sintético y negro de carbón y mezclarse en gran medida. Después puede formarse un lodo más refinado añadiendo caucho de estireno-butadieno como se ha descrito en la presente divulgación usando un proceso con escobilla. La reología del lodo puede ajustarse para optimizar la integridad del proceso de llenado basado en la aplicación de la escobilla, por ejemplo, añadiendo o retirando disolvente o ajustando la cantidad relativa de caucho de estireno-butadieno añadido. La estructura rellena resultante puede después secarse en un medio de vacío durante 20-40 horas.

15 En algunos ejemplos, el cátodo resultante y las capas separadoras pueden tratarse con exposición a una solución de electrolito. En un ejemplo no limitativo una solución de 1 molar de hexafluorofosfato de litio en una mezcla de aproximadamente 1/1/1 de carbonato de etileno (EC)/carbonato dimetilo (DMC) y carbonato etil metilo (EMC) puede formarse y dispensarse en la cavidad. En algunos ejemplos, el electrolito puede añadirse al cátodo con la ayuda de un tratamiento de presión o un tratamiento de vacío para mejorar la difusión de la mezcla de electrolito en las capas.

20 La segunda capa de colector de corriente puede unirse a la estructura de laminado después de retirar una capa de liberación de la estructura de laminado. El colector de corriente adherida puede contactar con el lodo depositado y proporcionar contacto eléctrico entre el colector metálico de corriente y el cátodo llenado con electrolito dando como resultado la estructura de la batería.

25 Los dispositivos biocompatibles pueden ser, por ejemplo, dispositivos electrónicos implantables, como marcapasos y cosechadoras con micro-energía, píldoras electrónicas para controlar y/o probar una función biológica, dispositivos quirúrgicos con componentes activos, dispositivos oftálmicos, bombas con micro-tamaños, desfibriladores, estents y similares.

30 Se han descrito ejemplos específicos para ilustrar realizaciones para la formación, métodos de formación y aparatos de formación de elementos de energización biocompatibles que comprenden separadores. Estos ejemplos son para dicha ilustración y no pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones de ninguna manera. Por consiguiente, la descripción pretende abarcar todas las realizaciones que puedan ser aparentes para aquellos expertos en la técnica, estando la invención reivindicada definida por las reivindicaciones adjuntas.

40

45

50

55

60

65

Reivindicaciones

- 5 1. Una batería biocompatible (110, 470) para su uso en o en proximidad al cuerpo de un organismo vivo, comprendiendo la batería biocompatible:
- una capa separadora con espacio (404, 560);
 un primer agujero (406) situado en la capa separadora con espacio (404, 560);
 una capa separadora con cátodo (401, 540), donde la capa separadora con cátodo está unida a la capa separadora con espacio;
- 10 un segundo agujero (410) situado en la capa separadora con cátodo (401, 540), donde el segundo agujero (410) está alineado con el primer agujero (406), y donde el segundo agujero (410) es más pequeño que el primer agujero (406) de tal manera que cuando el primer agujero (406) y el segundo agujero (410) se alinean hay una rugosidad de capa separadora con cátodo (401, 540) expuesta en el primer agujero (406);
 una capa separadora (420, 590), donde la capa separadora (420, 590) está colocada dentro del primer agujero (406) en la capa separadora con espacio (404, 560) y está adherida a la rugosidad de la capa separadora con cátodo (401, 540);
 una cavidad entre lados del segundo agujero (410) y una primera superficie de la capa separadora (420, 590), donde la cavidad está rellena de sustancias químicas de cátodo (430, 510);
 un primer colector de corriente (425, 580) cubierto con sustancias químicas del ánodo (570);
 un segundo colector de corriente (450, 520), donde el segundo colector de corriente es una conexión eléctrica con las sustancias químicas del cátodo (430, 510); y
 un electrolito que comprende sustancias químicas de electrolito.
- 25 2. La batería biocompatible de la reivindicación 1 done las sustancias químicas del cátodo, las sustancias químicas del ánodo y las sustancias químicas del electrolito son consistentes con múltiples ciclos de carga y descarga de la batería.
3. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde las sustancias químicas del cátodo comprenden uno o más de plomo, níquel, litio, cobalto, cinc, sodio, vanadio, plata o silicio.
- 30 4. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde las sustancias del cátodo comprenden una sal de litio.
- 35 5. La batería biocompatible de la reivindicación 4, donde las sustancias del cátodo comprenden fosfato de hierro-litio.
6. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde las sustancias del ánodo comprenden átomos de metal intercalados.
- 40 7. La batería biocompatible de la reivindicación 6, donde las sustancias del ánodo comprenden átomos de litio intercalados.
8. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde las sustancias del cátodo comprenden carboximetilcelulosa de sodio.
- 45 9. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde las sustancias del cátodo comprenden uno o más de grafito sintético o negro de carbón.
- 50 10. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde las sustancias del cátodo comprenden caucho de estireno-butadieno.
- 55 11. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde el electrolito comprende hexafluorofosfato de litio.
12. La batería biocompatible de cualquier reivindicación precedente, donde la batería biocompatible está eléctricamente conectada a un elemento electroactivo (120) dentro de un dispositivo biomédico.
- 60 13. La batería biocompatible de la reivindicación 12, donde el dispositivo biomédico es un dispositivo oftálmico.
14. La batería biocompatible de la reivindicación 13 donde el dispositivo oftálmico es una lente de contacto (100).

65

FIG. 1A

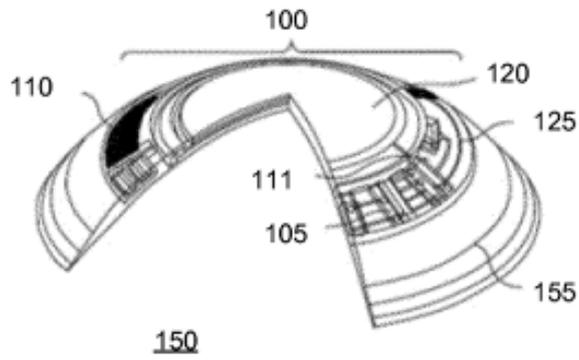
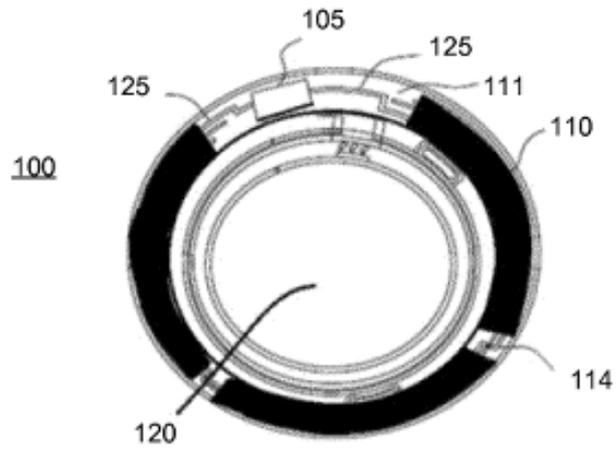


FIG. 1B

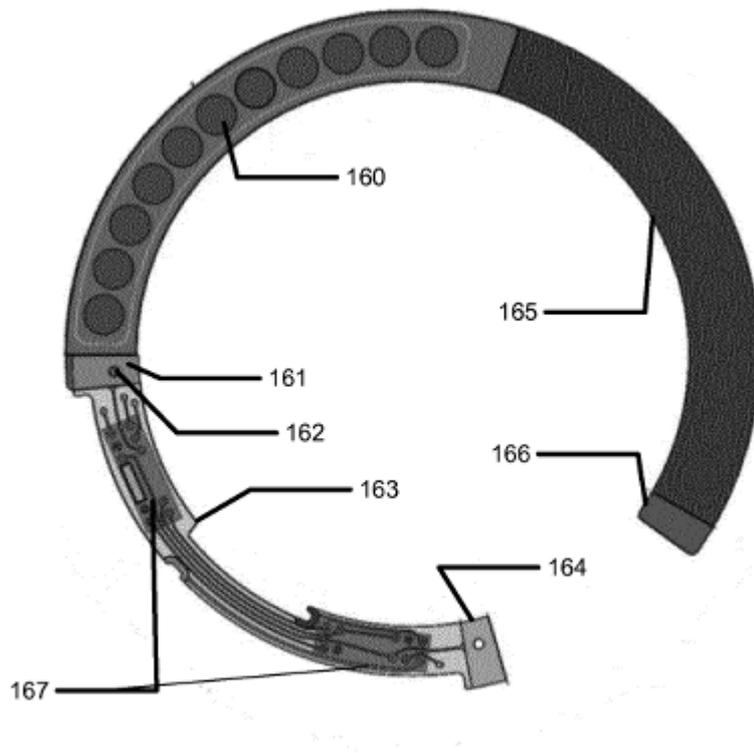


FIG. 1C

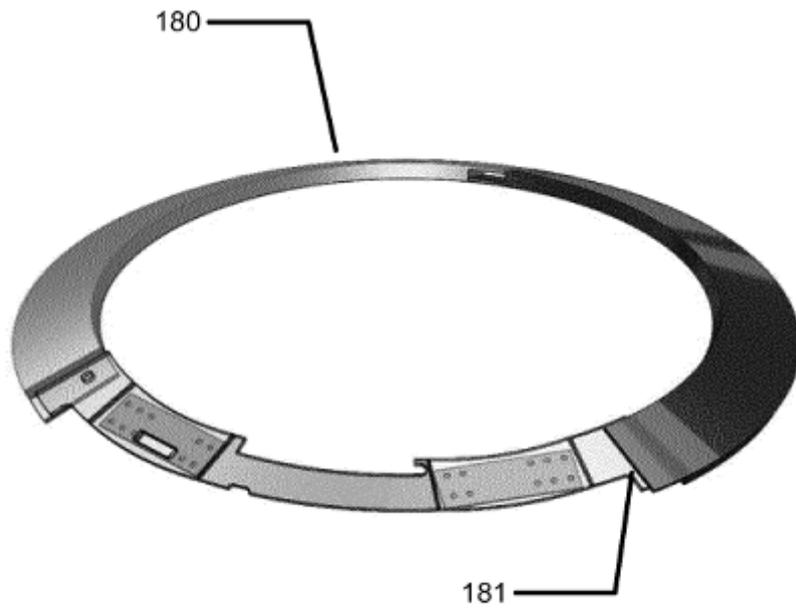


FIG. 1D

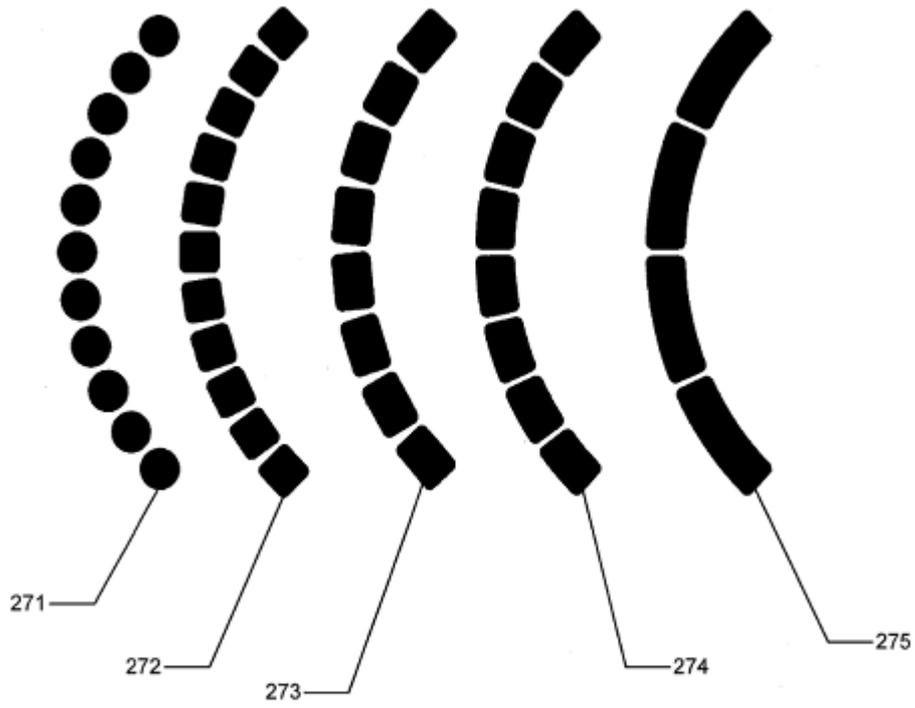
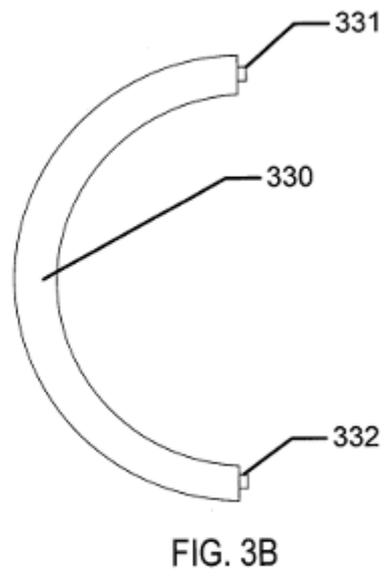
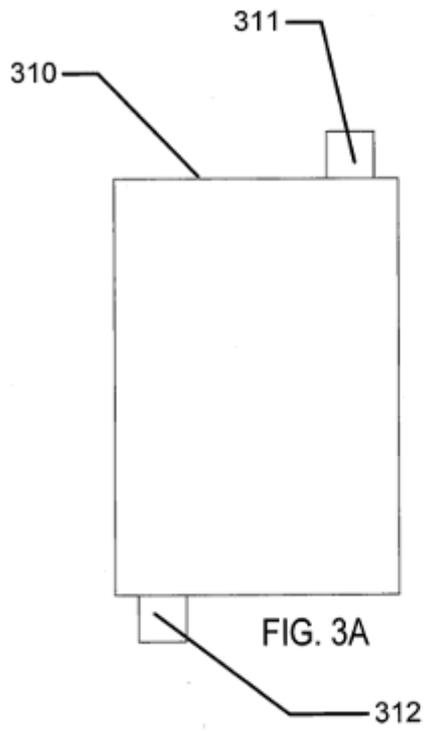
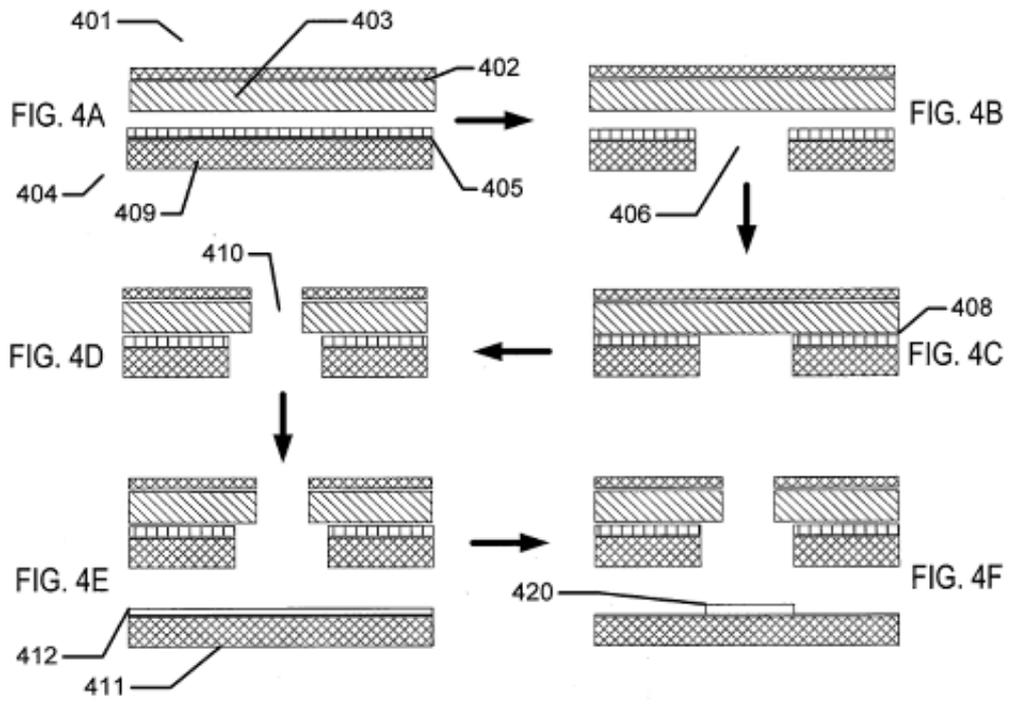
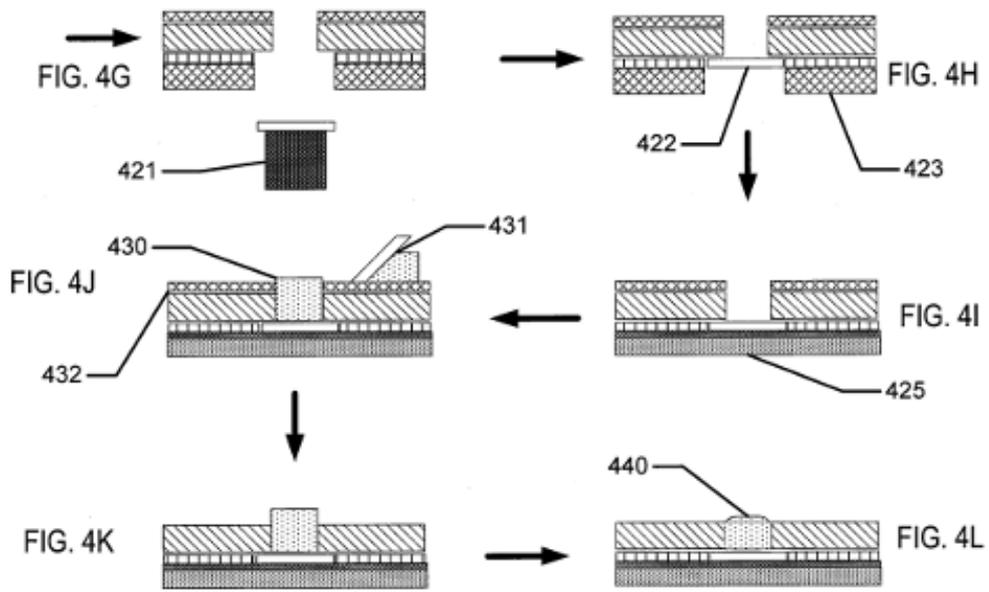


FIG. 2







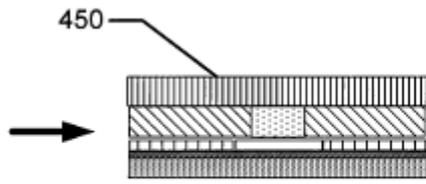


FIG. 4M

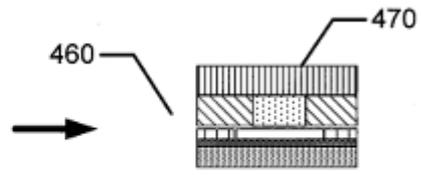


FIG. 4N

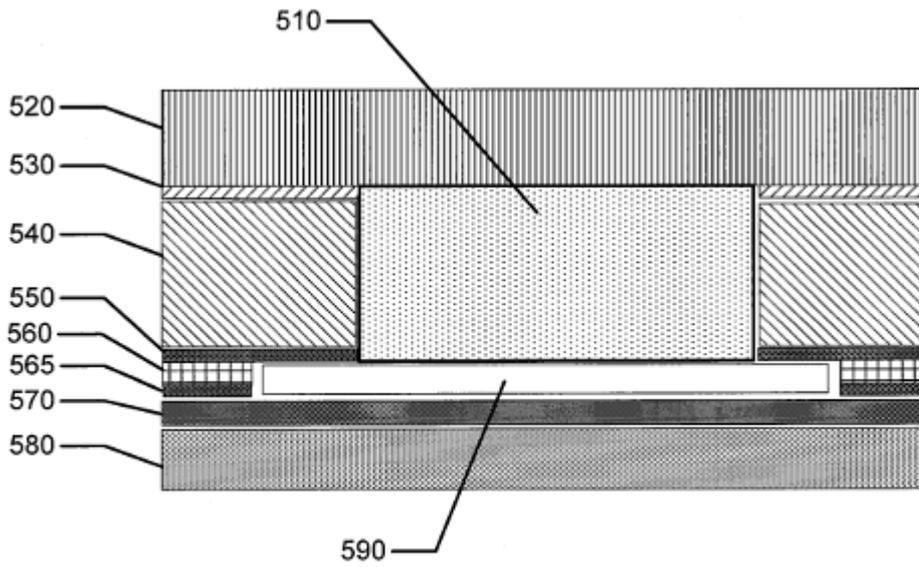
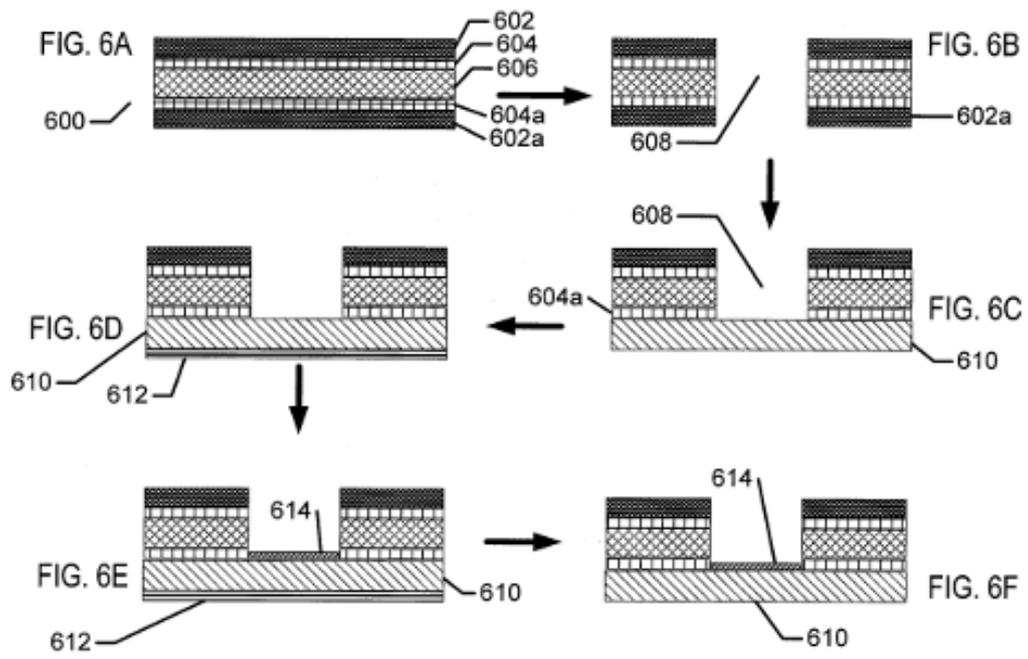
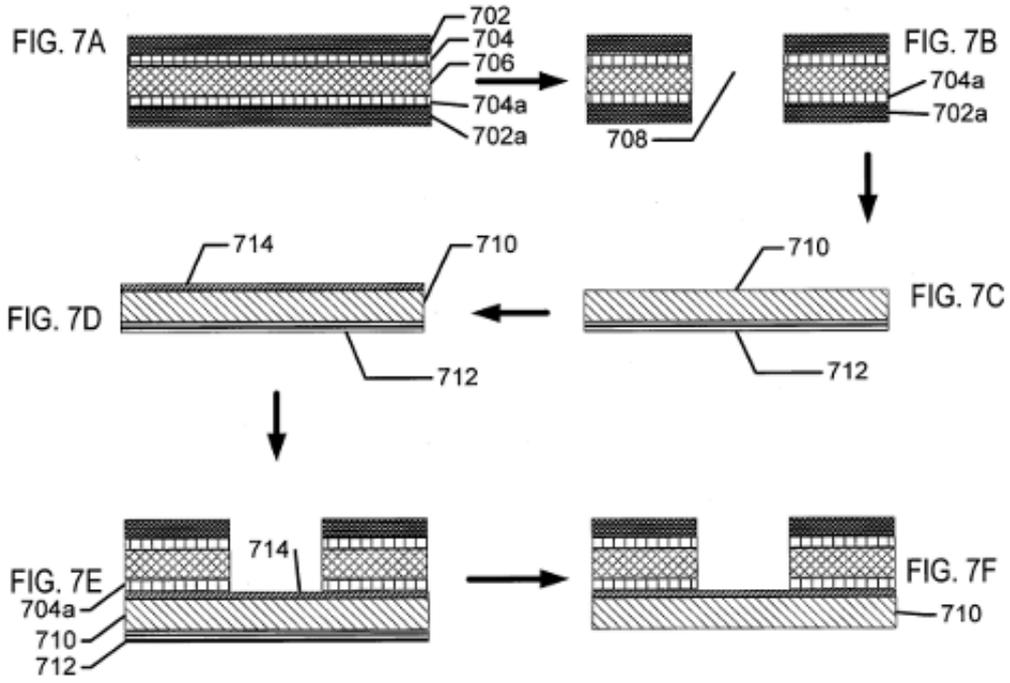
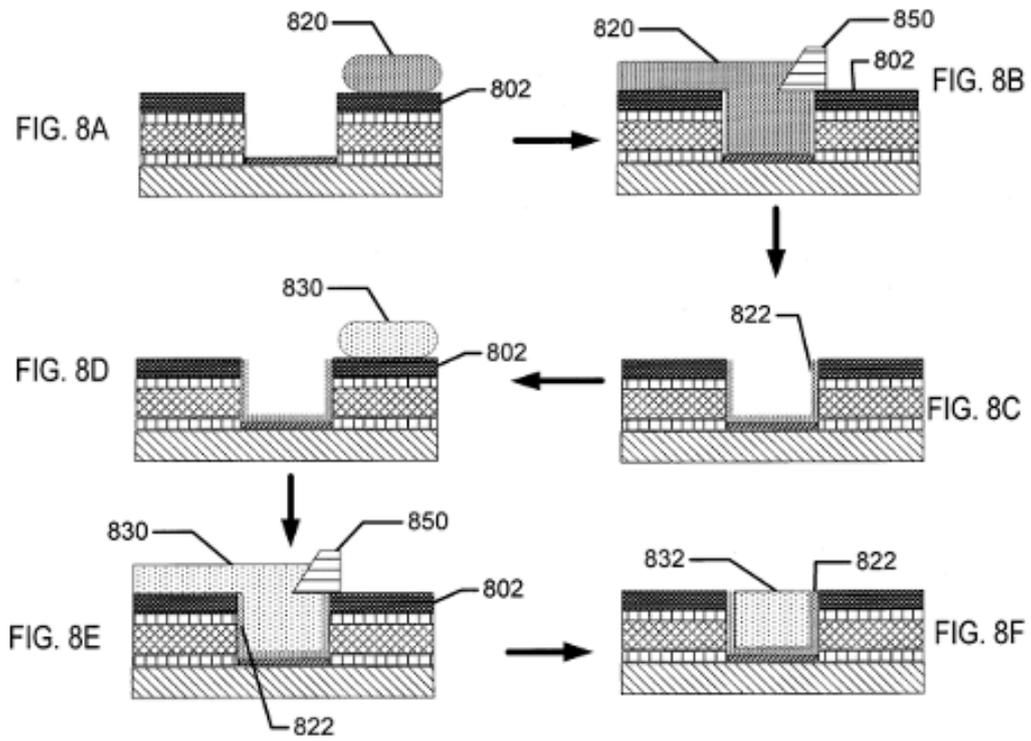


FIG. 5







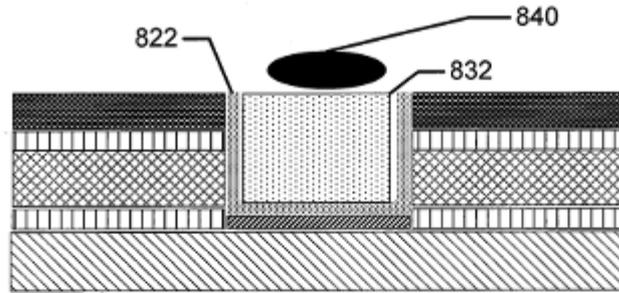


FIG. 8G

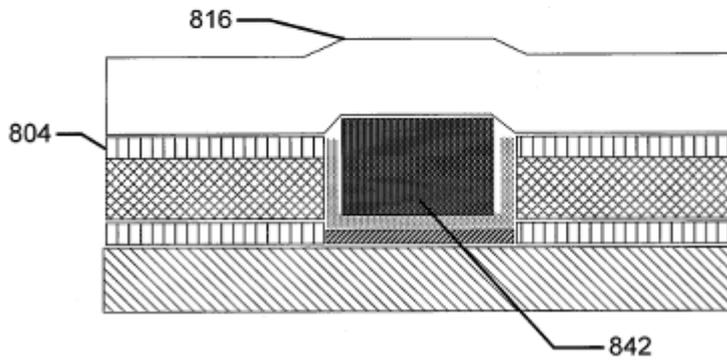


FIG. 8H

