

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 053**

51 Int. Cl.:

H01M 8/0273 (2006.01)

H01M 8/0284 (2006.01)

H01M 8/0297 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2007 PCT/US2007/001005**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2008 WO08048336**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2007 E 07861211 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 1974402**

54 Título: **Conjunto de celda de combustible unido y métodos y sistemas para producir el mismo**

30 Prioridad:

17.01.2006 US 759452 P

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

14.02.2017

73 Titular/es:

**HENKEL IP & HOLDING GMBH (100.0%)
Henkelstrasse 67
40589 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**BURDZY, MATTHEW PETER;
EINSLA, BRIAN RUSSELL y
WELCH, KEVIN JAMES**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 601 053 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Conjunto de celda de combustible unido y métodos y sistemas para producir el mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para unir y sellar componentes de una celda electroquímica, tal como una celda de combustible, y a una celda electroquímica formada a partir de los mismos. Más, en particular, la presente invención se refiere a un método y un diseño para unir los componentes de una celda de combustible de un modo adecuado para la producción continua de componentes de una celda de combustible.

Breve descripción de la tecnología relacionada

Aunque hay varios tipos conocidos de celdas electroquímicas, un tipo habitual es una celda de combustible, tal como la celda de combustible de membrana de intercambio de protones ("PEM"). La celda de combustible PEM contiene un conjunto membrana-electrodo ("MEA") proporcionado entre dos placas de campo de flujo o placas bipolares. Se usan sellos entre las placas bipolares y la MEA para proporcionar el sellado a las mismas. Adicionalmente, ya que una celda de combustible PEM individual normalmente proporciona un voltaje o potencia relativamente bajo, se apilan múltiples celdas de combustible PEM para aumentar la potencia eléctrica global del conjunto de la celda de combustible resultante. El sellado también es necesario entre las celdas de combustible PEM individuales. Asimismo, se proporcionan normalmente placas de refrigeración para controlar la temperatura dentro de la celda de combustible. Tales placas se sellan también para prevenir fugas dentro del conjunto de la celda de combustible. Tras el conjunto, el apilamiento de celdas de combustible se sujeta para asegurar el conjunto.

Tal como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 6.057.054, se han propuesto cauchos de silicona líquidos para ser moldeados sobre conjuntos de celdas de combustible. Tales composiciones de silicona, sin embargo, se degradan antes de alcanzar la duración de vida operacional deseada de la celda de combustible. Asimismo, tales cauchos de silicona liberan materiales que contaminan la celda de combustible, influyendo negativamente, por tanto, en el rendimiento de la celda de combustible. El moldeo de caucho de silicona líquido sobre placas separadoras se describe también en la patente de Estados Unidos n.º 5.264.299. Para aumentar la duración de vida operacional, se han propuesto elastómeros más durables, tales como fluoroelastómeros, descritos en la patente de Estados Unidos n.º 6.165.634, e hidrocarburos poliolefinicos, descritos en la patente de Estados Unidos n.º 6.159.628, para unir la superficie de los componentes de una celda de combustible. La aplicación de estas composiciones, sin embargo, consume mucho tiempo ya que cada elemento individual de la celda de combustible o de cada disposición de componentes de una celda de combustible se ha de unir individualmente con estas composiciones.

La publicación de solicitud de patente en Estados Unidos n.º US 2005/0263246 A1 describe un método para preparar un sellado de bordes sobre un conjunto membrana-electrodo que impregna la capa de difusión de gases usando una película termoplástica. La aplicación de temperaturas adecuadas para unir la película termoplástica puede limitar el diseño de una celda de combustible y también son difíciles de aplicar ya que los apilamientos alineados de los componentes de una celda de combustible se han de calentar y enfriar en condiciones controladas.

La patente de Estados Unidos n.º 6.884.537 describe el uso de sellos de caucho con juntas de estanqueidad para sellar los componentes de una celda de combustible. Los sellos están fijados a los componentes de la celda de combustible mediante el uso de capas de adhesivo para evitar el movimiento o deslizamiento de los sellos. Análogamente, las publicaciones de patente internacional n.º WO 2004/061338 A1 y WO 2004/079839 A2 describen el uso de sellos multipieza o de una sola pieza para sellar los componentes de una celda de combustible. Los sellos se fijan a los componentes de la celda de combustible mediante el uso de un adhesivo. La colocación de los adhesivos y los sellos no solo consume mucho tiempo, sino que, además, es problemática debido a que un alineamiento defectuoso puede provocar fugas y pérdida de rendimiento de la celda de combustible.

La patente de Estados Unidos n.º 6.875.534 describe una composición curada en el sitio para el sellado de la periferia de una placa separadora de una celda de combustible. La composición curada en el sitio incluye un polímero de poliisobutileno que tiene un radical alilo terminal en cada extremo, un organopolisiloxano, un organohidrógeno-polisiloxano que tiene al menos dos átomos de hidrógeno unidos cada uno a un átomo de silicio y un catalizador de platino. La patente de Estados Unidos n.º 6.451.468 describe una composición formada en el sitio para el sellado de un separador, un electrodo o una membrana de intercambio iónico de una celda de combustible. La composición formada en el sitio incluye un perfluoropolietéer o un poliisobutileno lineal con un grupo alqueno terminal en cada extremo, un reticulador o endurecedor que tiene al menos dos átomos de hidrógeno unidos cada uno a un átomo de silicio, y un catalizador de hidrosililación. La densidad de reticulación y las propiedades resultantes de estas composiciones están limitadas por el uso de oligómeros de poliisobutileno lineal que tienen una funcionalidad alilo o alqueno de dos. La funcionalidad de estas composiciones se modifica variando la funcionalidad hidrosililo, lo que limita las propiedades de las composiciones resultantes.

La publicación patente internacional n.º WO 2004/047212 A2 describe el uso de un sello de espuma de caucho, un sellante de silicona líquido o un fluoroplástico sólido para sellar la capa de transporte de fluidos o la capa de difusión

de gases de una celda de combustible. El uso de sellos sólidos, es decir, una cinta o película de espuma de caucho y/o de fluoroplástico sólido, hace que sean problemáticos la colocación de estos materiales y el posterior alineamiento de los componentes de la celda de combustible y los sellos, además de consumir mucho tiempo.

5 La publicación de solicitud de patente en Estados Unidos n.º 2003/0054225 describe el uso de un equipo rotatorio, tal como tambores o rodillos, para la aplicación del material de electrodo a los electrodos de una celda de combustible. Aunque esta publicación describe un proceso automatizado para formar electrodos de una celda de combustible, la publicación falla en cuanto a abordar los problemas de sellado de las celdas de combustible formadas.

10 El documento EP 159 477 A1 describe un terpolímero curable con peróxido de isobutileno, isopreno y para-metilestireno. Se menciona el uso de la composición en celdas de combustible, pero no se proporciona ningún detalle sobre aplicaciones, procesamiento o dispositivos.

15 La patente de Estados Unidos n.º 6.942.941 describe el uso de un adhesivo conductor para unir diferentes láminas a fin de formar una placa separadora bipolar. Se aplica en primer lugar una imprimación conductora sobre dos placas y se cura parcialmente calentando a aproximadamente a 37,8 °C. Se aplica después un adhesivo entre las dos placas, y tras presionar las placas entre sí, se cura el adhesivo calentando a aproximadamente 260 °C.

20 A pesar del estado de la técnica, sigue existiendo la necesidad de una composición sellante adecuada para su uso con los componentes de una celda electroquímica, aplicada preferentemente mediante moldeo por inyección líquida.

Sumario de la invención

25 La presente invención proporciona un método, una composición y un sistema para unir y sellar componentes de una celda de combustible. La composición sellante usada para unir y sellar las partes de una celda de combustible puede incluir dos o más componentes que, separadamente, son estables y, sin embargo, cuando se combinan o se exponen a una fuente de energía se pueden curar. En un sistema sellante de dos componentes, una parte del sellante se puede aplicar a un primer sustrato de un componente de la celda de combustible y la segunda parte se puede aplicar a un segundo sustrato de la celda de combustible. Los sustratos se unen y el sellante se cura para formar un conjunto de componentes de una celda de combustible unidos.

En un aspecto de la presente invención, un método para formar un componente de una celda de combustible incluye proporcionar un sellante de dos partes con una primera parte que incluye un iniciador y una segunda parte que incluye un material polimerizable; aplicar la primera parte del sellante a un sustrato de un primer componente de una celda de combustible; aplicar la segunda parte del sellante a un sustrato de un segundo componente de la celda de combustible; alinear por yuxtaposición los sustratos del primer y segundo componentes de la celda de combustible; y curar el sellante para unir el primer y segundo componentes de la celda de combustible entre sí. Preferentemente, el iniciador es un iniciador de radiación actínica, mediante el cual el sellante es curado por la radiación actínica. El material polimerizable puede ser un monómero, un oligómero, un polímero telequérico, o un polímero funcional polimerizables y combinaciones de los mismos. Preferentemente, el grupo funcional es epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida, uretano y combinaciones de los mismos. Componentes útiles de una celda de combustible incluyen una placa de campo de flujo del cátodo, una placa de campo de flujo del ánodo, un bastidor de resina, una capa de difusión de gases, una capa de catalizador del ánodo, una capa de catalizador del cátodo, un electrolito de membrana, un bastidor de conjunto membrana-electrodo y combinaciones de los mismos.

En otro aspecto de la presente invención, un método para formar un componente de una celda de combustible incluye proporcionar un sellante de dos partes, en el que una primera parte incluye un iniciador y la segunda parte incluye un material polimerizable; proporcionar la primera y segunda placas separadoras y el primer y segundo bastidores de resina; recubrir una cara o ambas caras, preferentemente ambas caras, de la primera placa separadora con la primera parte del sellante; activar la primera parte del sellante sobre la primera placa separadora con una radiación actínica; recubrir una cara o ambas caras, preferentemente una cara, del primer bastidor de resina con la segunda parte del sellante; alinear por yuxtaposición la primera placa separadora y el primer bastidor de resina; curar el sellante para unir la primera placa separadora y el primer bastidor de resina entre sí; recubrir una cara o ambas caras, preferentemente ambas caras, de la segunda placa separadora con la segunda parte del sellante; recubrir una cara o ambas caras, preferentemente una cara, del segundo bastidor de resina con la primera parte del sellante; activar la primera parte del sellante sobre el segundo bastidor de resina con una radiación actínica; alinear por yuxtaposición la segunda placa separadora y el segundo bastidor de resina; curar el sellante para unir la segunda placa separadora y el segundo bastidor de resina entre sí; alinear por yuxtaposición la primera y segunda placas separadoras; curar el sellante para unir la primera y segunda placas separadoras entre sí a fin de formar una placa separadora bipolar. Preferentemente, el iniciador es un iniciador de radiación actínica, mediante el cual el sellante es curado por la radiación actínica. El material polimerizable puede ser un monómero, un oligómero, un polímero telequérico, o un polímero funcional polimerizables y combinaciones de los mismos. Preferentemente, el grupo funcional es epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida, uretano y combinaciones de los mismos. Componentes útiles de una celda de combustible que se van a unir incluyen una placa de campo de flujo del cátodo, una placa de campo de flujo del ánodo, un bastidor de resina, una capa de difusión de gases, una capa de

catalizador del ánodo, una capa de catalizador del cátodo, un electrolito de membrana, un bastidor de conjunto membrana-electrodo y combinaciones de los mismos.

En otro aspecto de la presente invención, un sistema para formar un componente de una celda de combustible incluye un primer dispensador para proporcionar una primera parte de un sellante de dos partes, en el que la primera parte del sellante incluye un iniciador; un segundo dispensador para proporcionar una segunda parte de un sellante de dos partes, en el que la segunda parte del sellante incluye un material polimerizable; una primera estación para aplicar la primera parte del sellante a un sustrato de un primer componente de una celda de combustible; una segunda estación para aplicar la segunda parte del sellante a un sustrato de un segundo componente de la celda de combustible; una tercera estación para alinear por yuxtaposición los sustratos del primer y segundo componentes de la celda de combustible; y una estación de curado para curar el sellante a fin de unir el primer y segundo componentes de la celda de combustible entre sí. Preferentemente, el iniciador es un iniciador de radiación actínica, mediante el cual el sellante es curado por la radiación actínica. El material polimerizable puede ser un monómero, un oligómero, un polímero telequelico, o un polímero funcional polimerizables y combinaciones de los mismos. Preferentemente, el grupo funcional es epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida, uretano y combinaciones de los mismos. Componentes útiles de una celda de combustible que se van a unir incluyen una placa de campo de flujo del cátodo, una placa de campo de flujo del ánodo, un bastidor de resina, una capa de difusión de gases, una capa de catalizador del ánodo, una capa de catalizador del cátodo, un electrolito de membrana, un bastidor de conjunto membrana-electrodo y combinaciones de los mismos.

Breve descripción de las figuras

La FIG. 1 es una vista transversal de una celda de combustible que tiene una placa de campo de flujo del ánodo, un bastidor de resina, una capa de difusión de gases, un catalizador del ánodo, una membrana de intercambio de protones, un catalizador del cátodo, una segunda capa de difusión de gases, un segundo bastidor de resina y una placa de campo de flujo del cátodo.

La FIG. 2 es una vista transversal despiezada del conjunto de una placa separadora y un bastidor de resina de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 3 es una vista transversal del conjunto de una placa separadora y un bastidor de resina ensamblados de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 4 es un esquema de un conjunto para formar componentes de una celda de combustible unidos.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se dirige a un método para unir así como a composiciones para unir componentes de una celda electroquímica. Tal como se usa en el presente documento, una celda electroquímica es un dispositivo que produce electricidad a partir de fuentes químicas que incluyen, si bien no se limitan a las mismas, reacciones químicas y combustión química. Celdas electroquímicas útiles incluyen celdas de combustible, celdas secas, celdas húmedas y similares. Una celda de combustible, que se describe a continuación con más detalle, usa reactantes químicos para producir electricidad. Una celda húmeda tiene un electrolito líquido. Una celda seca tiene un electrolito absorbido en un medio poroso o controlado de otro modo para que no fluya.

La FIG. 1 muestra una vista transversal de los elementos básicos de una celda de combustible electroquímica, tal como la celda de combustible 10. Las celdas de combustible electroquímicas convierten el combustible y el oxidante en electricidad y productos de reacción. La celda de combustible 10 consiste en una placa de campo de flujo del ánodo 12 con canales de refrigeración de cara abierta 14 sobre una cara y canales de flujo del ánodo 16 sobre la segunda cara, una placa de resina 13, una capa de difusión de gases 18, un catalizador del ánodo 20, una membrana de intercambio de protones 22, un catalizador del cátodo 24, una segunda capa de difusión de gases 26, una segunda placa de resina 13, y una placa de campo de flujo del cátodo 28 con canales de refrigeración de cara abierta 30 en una cara y canales de flujo del cátodo 32 en la segunda cara, interrelacionados tal como se muestra en la FIG. 1. La combinación de la capa de difusión de gases 18, el catalizador del ánodo 20, la membrana de intercambio de protones 22, el catalizador del cátodo 24 y la segunda capa de difusión de gases 26 se denomina con frecuencia conjunto membrana-electrodo 36. Las capas de difusión de gases 18 y 26 están formadas normalmente por un material laminar, eléctricamente conductor, poroso tal como el papel de fibra de carbono. La presente invención, sin embargo, no se limita al uso del papel de fibra de carbono y se pueden usar adecuadamente otros materiales. Las celdas de combustible, sin embargo, no se limitan a tal disposición de componentes descrita. Las capas de catalizador del ánodo y el cátodo 20 y 24 están normalmente en forma de platino finamente dividido. El ánodo 34 y el cátodo 38 se acoplan eléctricamente (no mostrado) para proporcionar una vía para conducir electrones entre los electrodos para una carga externa (no mostrada). Las placas de campo de flujo 12 y 28 están formadas normalmente de grafito impregnado con plástico; grafito comprimido y exfoliado; grafito poroso; acero inoxidable u otros materiales compuestos de grafito. Las placas se pueden tratar para impartir propiedades de superficie, tales como la humectación de la superficie, o pueden estar sin tratar. La presente invención no se limita, sin embargo, al empleo de tales materiales para usar como placas de campo de flujo, y se pueden usar adecuadamente otros materiales. Por ejemplo, en algunas celdas de combustible las placas de campo de flujo están hechas de un metal o de un material que contiene un metal, normalmente, si bien no se limitan al mismo, acero inoxidable. Las placas de campo de flujo pueden ser placas bipolares, es decir, una placa que tiene canales de flujo

en superficies opuestas de la placa. Por ejemplo, tal como se muestra en las FIG. 2-3, las placas de campo de flujo bipolares 15 pueden estar hechas de placas monopolares 12, 28 que tienen un canal de flujo solamente en una cara. Las placas monopolares 12 y 28 se fijan entre sí para formar las placas bipolares 15. En un aspecto de la presente invención, las placas 12 y 28 se sellan también con la composición y mediante los métodos de la presente invención.

Algunos diseños de celdas de combustible utilizan bastidores de resina 13 entre el conjunto membrana-electrodo 36 y las placas separadoras 12, 28 para mejorar la durabilidad del conjunto membrana-electrodo 36 y para permitir el espaciado correcto entre el conjunto membrana-electrodo 36 y las placas separadoras 12, 28 durante el conjunto de la celda de combustible. En tal diseño, es necesario tener una junta entre las placas separadoras 12, 28 y los bastidores de resina 13.

La presente invención no se limita a los componentes de la celda de combustible y la disposición de los mismos mostrados en la FIG. 1. Por ejemplo, una celda de combustible de metanol directo ("DMFC") puede consistir en los mismos componentes mostrados en la FIG. 1 menos los canales de refrigeración. Asimismo, la celda de combustible 10 se puede diseñar con colectores internos o externos (no mostrados).

Aunque esta invención se ha descrito en términos de una celda de combustible con membrana de intercambio de protones (PEM), se ha de entender que la invención se puede aplicar a cualquier tipo de celda de combustible. Los conceptos de esta invención se pueden aplicar a celdas de combustible de ácido fosfórico, celdas de combustible alcalinas, celdas de combustible de mayor temperatura tales como celdas de combustible de óxido sólido y celdas de combustible de carbonatos fundidos, y otros dispositivos electroquímicos.

En el ánodo 34, un combustible (no mostrado) que se desplaza a través de los canales de flujo del ánodo 16 atraviesa la capa de difusión de gases 18 y reacciona en la capa del catalizador del ánodo 20 para formar cationes de hidrógeno (protones), los cuales migran a través de la membrana de intercambio de protones 22 hasta el cátodo 38. La membrana de intercambio de protones 22 facilita la migración de los iones de hidrógeno desde el ánodo 34 hasta el cátodo 38. Además de conducir los iones hidrógeno, la membrana de intercambio de protones 22 aísla la corriente de combustible que contiene hidrógeno de la corriente de oxidante que contiene oxígeno.

En el cátodo 38, el gas que contiene oxígeno, tal como aire u oxígeno sustancialmente puro, reacciona con los cationes o iones de hidrógeno que han atravesado la membrana de intercambio de protones 22 para formar agua líquida como producto de reacción. Las reacciones en el ánodo y el cátodo de celdas de combustible hidrógeno/oxígeno se muestran en las ecuaciones siguientes:

Reacción en el ánodo: $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ (I)

Reacción en el cátodo: $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (II)

En un aspecto de la invención, se usa un sellante de dos partes para unir las placas separadoras 12, 28 y los bastidores de resina 13. La parte A del sellante puede contener un iniciador activado por UV, que puede ser un iniciador ácido, básico, radical, aniónico y/o catiónico. La parte B del sellante puede incluir un monómero, un oligómero, un polímero telequéllico, y/o un polímero funcional polimerizables. El grupo funcional puede ser, por ejemplo, epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida o uretano. Los bastidores de resina 13 se usan para el espaciado dentro del conjunto de la celda de combustible 10. Los bastidores de resina 13 se colocan sobre las caras de las vías de gas de las placas separadoras 12 y 28 y se proporcionan juntas entre todos los elementos. En la primera línea de fabricación, una placa separadora 12, normalmente una lámina de metal, tal como acero inoxidable, se recubre preferentemente sobre ambas caras con la parte A del sellante, se corta, se estampa para producir los canales necesarios para el gas reactivo y las vías de refrigeración, y se activa con luz UV. Se recubre un bastidor de resina 13 sobre al menos una cara con la parte B del sellante y se ensambla con la placa separadora 12 recubierta para proporcionar un separador del ánodo con bastidor unido. En la segunda línea de fabricación, una segunda placa separadora 12, normalmente una lámina de acero inoxidable, se recubre preferentemente sobre ambas caras con la parte B del sellante, se corta y se estampa para producir los canales necesarios para el gas reactivo y las vías de refrigeración a fin de formar la placa separadora 28. Un segundo bastidor de resina 13 recubierto sobre al menos una de las caras con la parte A del sellante e irradiado con luz UV se ensambla con la placa separadora 28 para proporcionar un separador del cátodo con bastidor unido. Por último, las dos líneas de fabricación se encuentran de modo que el separador del ánodo unido, que tiene un recubrimiento expuesto de la parte A del sellante sobre una de sus caras, y el separador del cátodo unido, que tiene un recubrimiento expuesto de la parte B del sellante sobre una de sus caras, se alinean; la parte A y la parte B del sellante reaccionan y sellan las interfaces de la celda de combustible para formar el conjunto unido.

En otro aspecto de la presente invención, se usa un sellante de dos partes para unir las placas separadoras 12, 28. La parte A del sellante contiene un iniciador activado por UV, que puede ser un iniciador ácido, básico, radical, aniónico y/o catiónico. La parte B del sellante está compuesta por un monómero, un oligómero, un polímero telequéllico, y/o un polímero funcional polimerizables. El grupo funcional puede ser, por ejemplo, epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida o uretano. La parte A se aplica a la primera placa separadora, y la parte B se aplica a la segunda placa separadora. La parte A se aplica a la cara de la vía de refrigeración del separador del

ánodo 12. La parte B se aplica a la cara de la vía de refrigeración del separador del cátodo 28. Sobre el separador del ánodo 12, la parte A se somete a una irradiación UV para activar el iniciador, seguido de un conjunto por compresión con el separador del cátodo 28. Los separadores 12, 28 se unen de modo que la parte A y la parte B reaccionan y sellan los componentes para formar la placa bipolar 15.

En otro aspecto de la presente invención, se usa un sellante de una parte para unir las placas separadoras 12, 28 y los bastidores de resina 13. El sellante, que puede estar compuesto por un iniciador activado por UV, ácido, básico, radical, aniónico y/o catiónico y un monómero, un oligómero, un polímero telequérico, y/o un polímero funcional polimerizables, se puede aplicar sobre un sustrato, irradiar con luz UV, y comprimir con un segundo sustrato para formar la junta.

En otro aspecto de la presente invención, se usa una composición de dos partes para unir y sellar. La parte A se aplica sobre el primer sustrato. La parte B se aplica sobre el segundo sustrato. Los dos sustratos se combinan y se fijan. La polimerización se puede conseguir de la forma más sencilla juntando los dos sustratos, o bien combinando los sustratos y usando alguna forma adicional de energía, tal como presión, calor, ultrasonidos, microondas o cualquier combinación de los mismos.

En otro aspecto de la presente invención, el material líquido que forma el sello puede incluir acrilatos, uretanos, poliéteres, poliolefinas, poliésteres, copolímeros de los mismos y combinaciones de los mismos que se pueden curar con radiación actínica. Preferentemente, el material curable incluye un material terminado en acrililo o metacrililo que tiene al menos dos grupos acrililo o metacrililo laterales. Preferentemente, el grupo acrililo o metacrililo lateral está representado por la fórmula general: $-\text{OC}(\text{O})\text{C}(\text{R}^1)=\text{CH}_2$, en la que R^1 es hidrógeno o metilo. Más preferentemente, el material líquido que forma el sello es un poliacrilato terminado en acrililo o metacrililo. El poliacrilato terminado en acrililo o metacrililo puede tener preferentemente un peso molecular desde aproximadamente 3000 hasta aproximadamente 40000, más preferentemente desde aproximadamente 8000 hasta aproximadamente 15000. Además, el poliacrilato terminado en acrililo o metacrililo puede tener preferentemente una viscosidad desde aproximadamente 200 Pa.s (200.000 cP) hasta aproximadamente 800 Pa.s (800.000 cP) a 25 °C (77 °F), más preferentemente desde aproximadamente 450 Pa.s (450.000 cP) hasta aproximadamente 500 Pa.s (500.000 cP). Detalles de tales materiales curables terminados en acrililo o metacrililo se pueden encontrar en la solicitud de patente europea n.º EP 1 059 308 A1 de Nakagawa et al., y están disponibles en el mercado comercializados por Kaneka Corporation, Japón.

Preferentemente, la composición líquida incluye un fotoiniciador. Se pueden emplear en la presente invención una serie de fotoiniciadores para proporcionar los beneficios y ventajas de la presente invención a los que se ha hecho referencia anteriormente. Los fotoiniciadores potencian la rapidez del proceso de curado cuando las composiciones fotocurables en conjunto se exponen a una radiación electromagnética, tal como una radiación actínica. Ejemplos adecuados de fotoiniciadores para su uso en la presente invención incluyen, si bien no se limitan a los mismos, los fotoiniciadores disponibles en el mercado de Ciba Specialty Chemicals, con los nombres comerciales "IRGACURE" y "DAROCUR", específicamente "IRGACURE" 184 (1-hidroxyciclohexil fenil cetona), 907 (2-metil-1-[4-(metiltio)fenil]-2-morfolino propan-1-ona), 369 (2-bencil-2-N,N-dimetilamino-1-(4-morfolinofenil)-1-butanona), 500 (la combinación de 1-hidroxyciclohexil fenil cetona y benzofenona), 651 (2,2-dimetoxi-2-fenil acetofenona), 1700 (la combinación de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil-2,4,4-trimetil pentil) fosfina y 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona), y 819 [óxido de bis(2,4,6-trimetil benzoil) fenil fosfina] y "DAROCUR" 1173 (2-hidroxi-2-metil-1-fenil-1-propan-1-ona) y 4265 (la combinación de óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina y 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-propan-1-ona); y los fotoiniciadores de luz visible [azul] dl-canforquinona y "IRGACURE" 784DC. Por supuesto, se pueden emplear también combinaciones de estos materiales en la presente invención.

Otros fotoiniciadores útiles en la presente invención incluyen piruvatos de alquilo, tales como piruvatos de metilo, etilo, propilo y butilo, y piruvatos de arilo, tales como de fenilo, o bencilo, y derivados apropiadamente sustituidos de los mismos. Fotoiniciadores muy particularmente adecuados para su uso en la presente invención incluyen fotoiniciadores ultravioleta tales como 2,2-dimetoxi-2-fenil acetofenona (por ejemplo, "IRGACURE" 651), y 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-1-propano (por ejemplo, "DAROCUR" 1173), óxido de bis(2,4,6-trimetil benzoil) fenil fosfina (por ejemplo, "IRGACURE" 819), y la combinación de fotoiniciadores ultravioleta/visible de óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil-2,4,4-trimetilpentil)fosfina y 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-propan-1-ona (por ejemplo, "IRGACURE" 1700), así como el fotoiniciador visible bis (η^5 -2,4-ciclopentadien-1-il)-bis[2,6-difluoro-3-(1H-pirrol-1-il)fenil]titanio (por ejemplo, "IRGACURE" 784DC). Una radiación actínica útil incluye la luz ultravioleta, la luz visible, y combinaciones de las mismas. Preferentemente, la radiación actínica usada para curar el material líquido que forma el sello tiene una longitud de onda de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 1000 nm. Una irradiación UV útil incluye, si bien no se limita a las mismas, UVA (de aproximadamente 320 nm a aproximadamente 410 nm), UVB (de aproximadamente 290 nm a aproximadamente 320 nm), UVC (de aproximadamente 220 nm a aproximadamente 290 nm) y combinaciones de las mismas. Una luz visible útil incluye, si bien no se limita a las mismas, luz azul, luz verde, y combinaciones de las mismas. Tales luces visibles útiles tienen una longitud de onda de aproximadamente 450 nm a aproximadamente 550 nm.

La presente invención, sin embargo, no se limita solo al uso de radiación UV y se pueden usar otras fuentes de energía tales como calor, presión, ultravioletas, microondas, ultrasonidos, o radiación electromagnética para iniciar la

polimerización de una o más de las composiciones. Adicionalmente, el iniciador podría estar activo sin un agente activante. Además, el proceso de iniciación se puede aplicar antes, durante o después del conjunto.

La FIG. 4 muestra un sistema 50 para formar conjuntos unidos, tales como celdas de combustible o componentes de celdas de combustible unidos, de acuerdo con la presente invención. El sistema 50 incluye diferentes estaciones 52, 54 para procesar diferentes componentes de la celda de combustible. El sistema incluye los dispensadores 56 y 58 para dispensar las partes primera y segunda, respectivamente, de una composición sellante de dos partes a fin de recubrir diferentes componentes de la celda de combustible. El sistema incluye adicionalmente fuentes de energía 60, tales como una radiación actínica.

En otro aspecto de la presente invención, se puede preparar un apilamiento de celdas de combustible a partir de un conjunto modular y un sello. En la primera etapa se produce una MEA con bastidor de resina. Los bastidores de resina del ánodo y el cátodo se recubren con un sellante de un solo componente activado por UV sobre una cara del bastidor de resina. El sellante se activa mediante irradiación UV y los bastidores de resina se fijan sobre cualquiera de las dos caras de la MEA. En la segunda etapa, los separadores se unen a los bastidores de resina usando un sellante de dos partes. En un sistema de dos componentes, la parte A se aplicaría al sustrato uno, la parte B se aplicaría al sustrato dos. La parte A y la parte B cuando se combinan se podrían polimerizar en una forma de esta invención. La MEA con bastidor de resina se recubre con la parte A sobre los bastidores de resina, y después se activa mediante irradiación UV. Al mismo tiempo, las caras del gas reactante de los separadores se recubren con la parte B. La MEA con bastidor de resina se fija con los separadores del ánodo y del cátodo para producir una celda unitaria (separador del ánodo, bastidor de resina del ánodo, MEA, bastidor de resina del cátodo, y separador del cátodo). En la siguiente etapa, las celdas unitarias se unen entre sí con un sellante de dos partes para formar un módulo, que contiene un número seleccionado de celdas unitarias, tal como diez, por ejemplo. La celda unitaria se lleva a cabo mediante una operación para aplicar el polímero sin curar a la superficie de uno o más sustratos. La cara de la vía de refrigeración del separador del ánodo se puede recubrir con la parte A y activar con irradiación UV. La cara de la vía de refrigeración del separador del cátodo se puede recubrir con la parte B. Las celdas se apilan y se fijan para hacer reaccionar la parte A con la parte B y sellar las vías de refrigeración del módulo. Los separadores en los extremos del módulo pueden no recubrirse en el proceso descrito anteriormente. En una línea de fabricación separada, se produce un sello a partir de una chapa metálica y un sellante activado por UV. Se corta una bobina de chapa metálica, se recubre con un sellante de un solo componente activado por UV, y se coloca bajo luz UV. El apilamiento de celdas de combustible se puede ensamblar alternando los sellos con los módulos hasta que se consigue el número deseado de celdas en el apilamiento. Se concibe también que los bastidores de resina y los separadores se puedan recubrir sobre ambas caras con el sellante apropiado, fijar al primer componente y fijar después al segundo componente.

En otro aspecto de la presente invención, se puede preparar un apilamiento de celdas de combustible a partir de un conjunto modular y un sello. En la primera etapa se produce una MEA con bastidor de resina. Se recubren dos bastidores de resina con un sellante de un solo componente activado por UV sobre una cara del bastidor de resina. El sellante se activa mediante irradiación UV y los bastidores de resina se fijan sobre cualquiera de las dos caras de la MEA. En la segunda etapa, un separador unido se sella a la MEA con bastidor de resina usando un sellante de dos partes. En un sistema de dos componentes, la parte A del sellante se aplicaría a un primer sustrato, la parte B del sellante se aplicaría a un segundo sustrato. La parte A y la parte B del sellante, cuando se combinan, se polimerizan para formar un conjunto unido de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Por ejemplo, un bastidor de resina del ánodo se puede recubrir con la parte A del sellante, y activar después mediante irradiación UV. Una MEA con bastidor de resina se puede fijar con los separadores unidos para producir una celda unitaria (separador del cátodo, separador del ánodo, bastidor de resina del ánodo, MEA, y bastidor de resina del cátodo). Los separadores del ánodo y el cátodo se unen en otra línea de fabricación usando un sellante de dos componentes. La cara de la vía de refrigeración del separador del ánodo se recubre con la parte A del sellante y después se activa mediante irradiación UV. La cara de la vía de refrigeración del separador del cátodo se recubre con la parte B del sellante y se fija al separador del ánodo para hacer reaccionar la parte A del sellante con la parte B. En la siguiente etapa, las celdas unitarias se unen entre sí con un sellante de dos partes para formar un módulo, que contiene un número seleccionado de celdas unitarias, tal como diez, si bien no se limita a tal número. La celda unitaria se lleva a cabo mediante una operación de recubrimiento. La cara de la vía del gas del separador del cátodo se puede recubrir con la parte A del sellante y activar mediante irradiación UV. El bastidor de resina del cátodo se puede recubrir con la parte B del sellante. Las celdas unitarias se apilan y se fijan para hacer reaccionar la parte A del sellante con la parte B del sellante para producir un módulo de celdas unitarias unidas. El separador y el bastidor de resina en los extremos del módulo no se recubrirían en el proceso descrito anteriormente. En una línea de fabricación separada, se produce un sello a partir de una chapa metálica y un sellante activado por UV. Se corta una bobina de chapa metálica, se recubre con un sellante de un solo componente activado por UV, y se coloca bajo luz UV. El apilamiento de celdas de combustible se ensambla alternando los sellos con los módulos hasta que se consigue el número deseado de celdas en el apilamiento. Se concibe también que los bastidores de resina y los separadores se puedan recubrir sobre ambas caras con el sellante apropiado, fijar al primer componente y fijar después al segundo componente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar un componente de una celda de combustible que comprende:

proporcionar un sellante de dos partes con una primera parte que comprende un iniciador y una segunda parte que comprende un material polimerizable;
 aplicar la primera parte del sellante a un sustrato de un primer componente de una celda de combustible;
 aplicar la segunda parte del sellante a un sustrato de un segundo componente de la celda de combustible;
 alinear por yuxtaposición los sustratos del primer y segundo componentes de la celda de combustible; y,
 curar el sellante para unir el primer y segundo componentes de la celda de combustible entre sí.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el iniciador es un iniciador de radiación actínica.

3. El método de la reivindicación 2, en el que el sellante se cura mediante una radiación actínica.

4. El método de la reivindicación 1, en el que el material polimerizable se selecciona del grupo que consiste en un monómero, un oligómero, un polímero telequímico, un polímero funcional polimerizables y combinaciones de los mismos.

5. El método de la reivindicación 4, en el que el material polimerizable comprende un grupo funcional seleccionado del grupo que consiste en epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida, uretano y combinaciones de los mismos.

6. El método de la reivindicación 1, en el que los componentes de la celda de combustible se seleccionan del grupo que consiste en una placa de campo de flujo del cátodo, una placa de campo de flujo del ánodo, un bastidor de resina, una capa de difusión de gases, una capa de catalizador del ánodo, una capa de catalizador del cátodo, un electrolito de membrana, un bastidor de conjunto membrana-electrodo y combinaciones de los mismos.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 para formar un componente de una celda de combustible, comprendiendo dicho método las etapas de:

proporcionar un sellante de dos partes, en el que la primera parte comprende un iniciador y la segunda parte comprende un material polimerizable;
 proporcionar la primera y segunda placas separadoras y el primer y segundo bastidores de resina;
 recubrir la primera placa separadora con la primera parte del sellante;
 activar la primera parte del sellante sobre la primera placa separadora con una radiación actínica;
 recubrir el primer bastidor de resina con la segunda parte del sellante;
 alinear por yuxtaposición la primera placa separadora y el primer bastidor de resina;
 curar el sellante para unir la primera placa separadora y el primer bastidor de resina entre sí;
 recubrir la segunda placa separadora con la segunda parte del sellante;
 recubrir el segundo bastidor de resina con la primera parte del sellante;
 activar la primera parte del sellante sobre el segundo bastidor de resina con una radiación actínica;
 alinear por yuxtaposición la segunda placa separadora y el segundo bastidor de resina;
 curar el sellante para unir la segunda placa separadora y el segundo bastidor de resina entre sí;
 alinear por yuxtaposición la primera y segunda placas separadoras; y,
 curar el sellante para unir la primera y segunda placas separadoras entre sí a fin de formar una placa separadora bipolar.

8. El método de la reivindicación 7, en el que el iniciador es un iniciador de radiación actínica.

9. El método de la reivindicación 7, en el que el material polimerizable se selecciona del grupo que consiste en un monómero, un oligómero, un polímero telequímico, un polímero funcional polimerizables y combinaciones de los mismos.

10. El método de la reivindicación 9, en el que el material polimerizable comprende un grupo funcional seleccionado del grupo que consiste en epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida, uretano y combinaciones de los mismos.

11. Un sistema (50) para formar un componente de una celda de combustible que comprende:

un primer dispensador (56) para proporcionar una primera parte de un sellante de dos partes, en el que la primera parte del sellante comprende un iniciador;
 un segundo dispensador (58) para proporcionar una segunda parte de un sellante de dos partes, en el que la segunda parte del sellante incluye un material polimerizable;
 una primera estación para aplicar la primera parte del sellante a un sustrato de un primer componente de la celda de combustible;

una segunda estación para aplicar la segunda parte del sellante a un sustrato de un segundo componente de la celda de combustible;

una tercera estación para alinear por yuxtaposición los sustratos del primer y segundo componentes de la celda de combustible; y

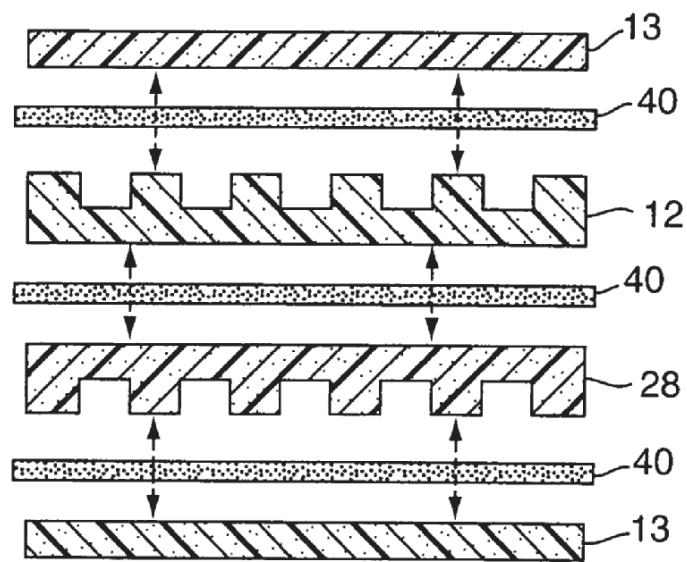
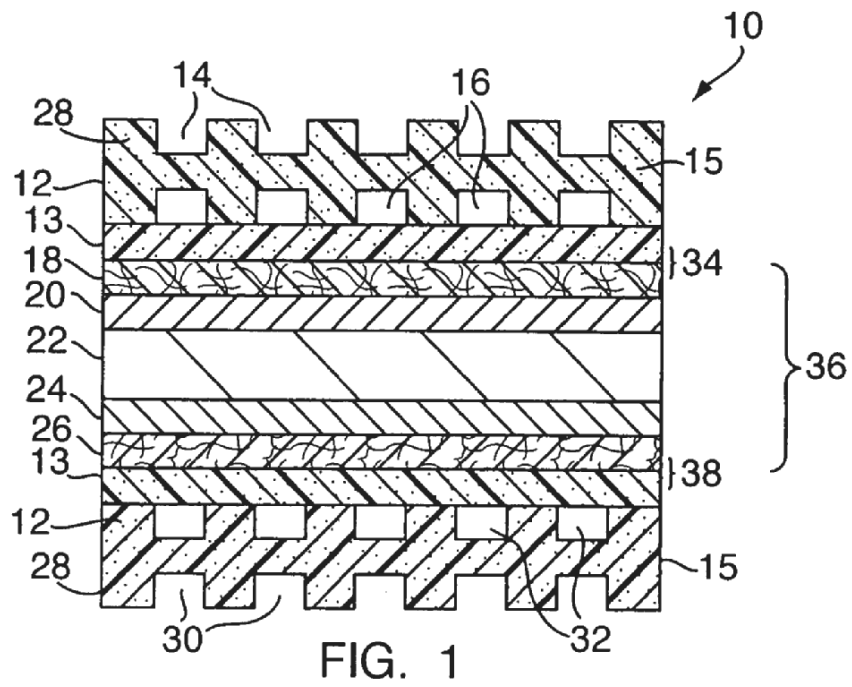
5 una estación de curado (60) para curar el sellante a fin de unir el primer y segundo componentes de la celda de combustible entre sí.

12. El sistema de la reivindicación 11, en el que el iniciador es un iniciador de radiación actínica.

10 13. El sistema de la reivindicación 12, en el que el sellante se cura mediante una radiación actínica.

14. El sistema de la reivindicación 11, en el que el material polimerizable se selecciona del grupo que consiste en un monómero, un oligómero, un polímero telequérico, un polímero funcional polimerizables y combinaciones de los mismos.

15 15. El sistema de la reivindicación 14, en el que el material polimerizable comprende un grupo funcional seleccionado del grupo que consiste en epoxi, alilo, vinilo, acrilato, metacrilato, imida, amida, uretano y combinaciones de los mismos.



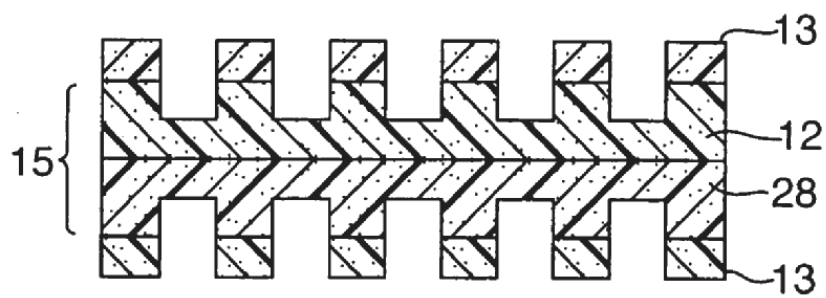


FIG. 3

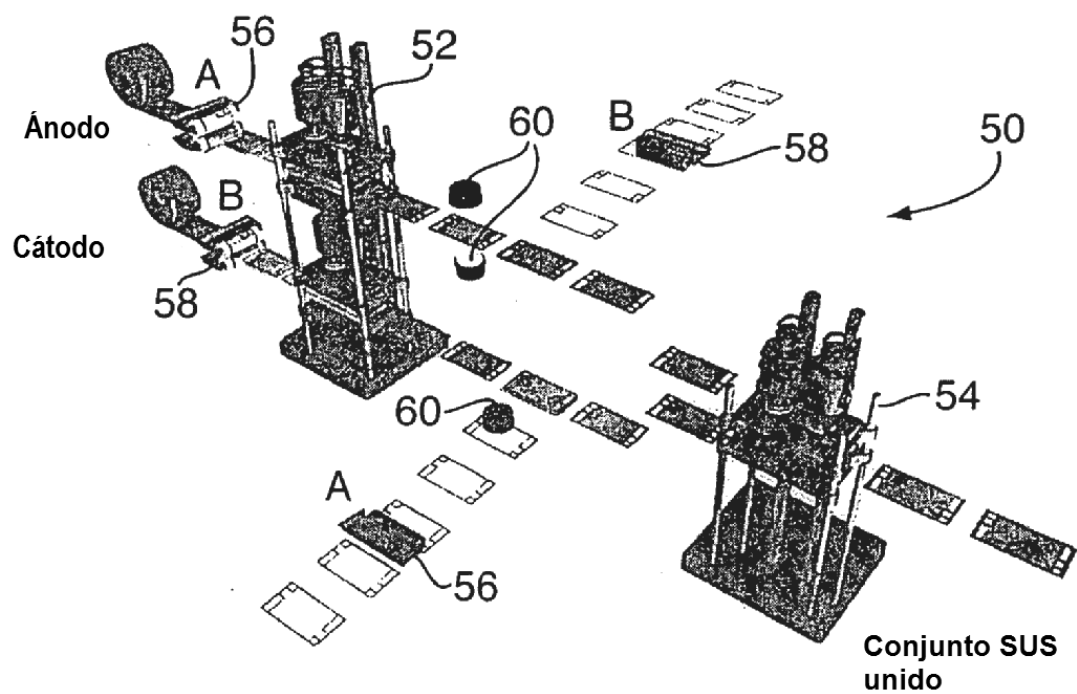


FIG. 4