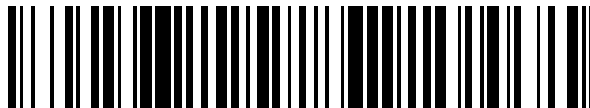


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 098**

51 Int. Cl.:

B32B 15/00 (2006.01)

B32B 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2014 PCT/US2014/064010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15073269**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2014 E 14802293 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3071410**

54 Título: **Transparencia con sensores de humedad**

30 Prioridad:

18.11.2013 US 201314082857

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

14.10.2019

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)
3800 West 143rd Street
Cleveland, OH 44111, US**

72 Inventor/es:

**JIAO, YU;
DUARTE, NICOLAS BENJAMIN y
ACORD, JEREMY D.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 727 098 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

Transparencia con sensores de humedad

5 **Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a transparencias, por ejemplo, ventanas, que tienen sensores de humedad para medir la introducción de humedad y, más en particular, a una ventana laminada aeroespacial o de aeronave, por ejemplo, un parabrisas de aeronave que tiene sensores de humedad para monitorizar el rendimiento a tiempo real de los sellos contra la humedad de la ventana y la cantidad de humedad acumulada a lo largo del tiempo.

2. Análisis de la tecnología disponible actualmente

15 Las ventanas de aeronave o aeroespaciales, por ejemplo, los parabrisas de aeronave, incluyen un panel de capas o láminas de plástico, capas o láminas de vidrio y combinaciones de estas. Las capas de un tramo interior del parabrisas se orientan hacia el interior de la aeronave y están diseñadas para proporcionar estabilidad estructural al parabrisas. El tramo exterior del parabrisas se orienta hacia el exterior de la aeronave y está diseñado para proporcionar estabilidad estructural y accesorios de agudeza visual. Por ejemplo, y sin limitar el análisis, los accesorios pueden incluir un revestimiento conductor de electricidad o una pluralidad de alambres conductores de electricidad entre y conectados a un par de barras colectoras separadas para calentar el parabrisas e impedir la formación de, y/o eliminar el vaho y el hielo sobre y de, respectivamente, la superficie exterior del parabrisas.

25 Como bien aprecian los expertos en la materia, a medida que aumenta el tiempo de servicio del parabrisas de la aeronave, la eficacia de operación del parabrisas disminuye hasta el momento en el que el parabrisas deja de ser funcional y este tenga que sustituirse o repararse. Más particularmente, el borde periférico del parabrisas tiene un sello de fueraborda contra la humedad que es una barrera que impide que la humedad entra entre las capas o láminas de plástico y vidrio del parabrisas. Cuando falla el sello contra la humedad, por ejemplo, se rompe y/o las capas del panel de parabrisas se despegan debido a la erosión provocada por el viento y la lluvia, la humedad entra entre las capas del parabrisas. Aunque la rotura o despegamiento del sello no es un problema estructural, cuando la humedad se mueve entre las capas del parabrisas, el parabrisas se puede deslaminar y los alambres o el revestimiento conductor, independientemente del que haya, puede dañarse y fallar, reduciendo o acabando así con la vida de servicio del parabrisas. Más particularmente, cuando se produce la deslaminación del parabrisas, se mueven grandes cantidades de humedad entre las capas del parabrisas, acelerando la degradación de este, por ejemplo, dañando y/o haciendo fallar las barras colectoras y el revestimiento o alambres conductores de electricidad, lo que reduce o anula la capacidad de desempañamiento del parabrisas.

40 La respuesta prematura frente a cuando aparecen los defectos de reparación de los accesorios de la transparencia, reduce la eficacia de operación de la transparencia y puede hacer que sea necesario un mantenimiento de emergencia, por ejemplo, la reparación o sustitución de la transparencia. Por tanto, será ventajoso proporcionar una transparencia con sensores de humedad para monitorizar el rendimiento de la transparencia, de forma que la reparación o la sustitución de la transparencia sea un mantenimiento programado y no un mantenimiento de emergencia.

45 **Sumario de la invención**

50 La presente invención se refiere a transparencias que incluyen, entre otras cosas, una pluralidad de láminas unidas entre sí; un elemento sensor sensible a la humedad, estando el elemento sensor entre las láminas; electrónica de sensor, conectada operativamente al sensor para medir una propiedad eléctrica del sensor que cambia como función de la corrosión causada por la humedad, en donde se conectan operativamente el elemento sensor y la electrónica de sensor a una fuente de energía para medir la propiedad eléctrica del sensor y determinar si el elemento sensor es un elemento sensor nuevo, un elemento sensor en operación, un elemento sensor saturado o un elemento sensor roto.

55 Así mismo, la invención se refiere a un método para determinar la vida útil de la transparencia laminada de la aeronave que recibe la penetración de humedad, incluyendo, entre otras cosas, fabricar una transparencia de aeronave laminada con una barrera de humedad sobre la superficie exterior de los bordes marginales de y la periferia de la transparencia laminada de la aeronave; durante la fabricación de la transparencia laminada de la aeronave, colocar un elemento sensor responsable de la humedad entre las láminas y/o entre las láminas y el sello contra la humedad de la transparencia de la aeronave; conectar la electrónica de sensor de forma operativa al elemento sensor para medir una propiedad eléctrica del sensor que cambia como función de la corrosión causada por la humedad; conectar operativamente el elemento sensor y la electrónica de sensor a una fuente de energía para medir la propiedad eléctrica del sensor y determinar si el elemento sensor es un elemento sensor nuevo, un elemento sensor en operación, un elemento sensor saturado o un elemento sensor roto, y sustituir la transparencia de la aeronave cuando el elemento sensor esté a un valor predeterminado.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista en sección transversal de una realización no limitante de un parabrisas de aeronave que incorpora las características de la invención.
- 5 La figura 2 es una vista isométrica del elemento calentable de la técnica anterior para eliminar el vaho y el hielo y la nieve que se derriten sobre la superficie exterior del parabrisas.
- La figura 3 es una vista isométrica de una realización no limitante de un sensor o detector de humedad de la invención.
- 10 La figura 4 es una realización no limitante de un sistema eléctrico para monitorizar y actuar sobre las señales de salida del sensor de humedad de conformidad con las enseñanzas de la invención.
- La figura 5 es una vista en planta de una realización no limitante de una disposición de sensores o detectores de humedad para estimar la posición aproximada de la penetración de la humedad y de la profundidad de dicha penetración de humedad.
- 15 La figura 6 es una vista en planta que muestra el sensor de humedad de la invención que rodea el elemento calentable mostrado en la figura 2.
- La figura 7 es una vista lateral en sección transversal elevada que muestra una realización no limitante de la invención para montar un sensor sobre una barra colectora de un elemento calentable.
- La figura 8 es una vista lateral elevada de una realización no limitada de un sensor de la invención que tiene dos metales similares de distintas dimensiones físicas.
- 20 La figura 9 es una vista lateral elevada de otra realización no limitada de un sensor de la invención con dos metales no similares.
- La figura 10 es una realización no limitante de un circuito de lectura que se puede utilizar en la práctica de la invención.
- 25 La figura 11 es otra realización no limitante de otro circuito de lectura que se puede utilizar en la práctica de la invención.
- La figura 12 es una vista en sección transversal de un tramo del parabrisas mostrado en la figura 1, que muestra la posición de los sensores o detectores de humedad en las partes de borde marginal y periférico de un parabrisas de aeronave de conformidad con las enseñanzas de la invención.
- 30 La figura 13 es una vista en planta de otra realización no limitante de un sensor de humedad de la invención.

Descripción detallada de la invención

Tal y como se usa en el presente documento, las expresiones de espacio o dirección, tales como "interior", "exterior", "izquierda", "derecha", "superior", "inferior", "horizontal", "vertical" y otras, se refieren a la invención tal y como se muestra en el dibujo de las figuras. Sin embargo, debe entenderse que la invención puede adoptar varias orientaciones alternativas y, en consecuencia, dichas expresiones no se pueden considerar limitantes. Además, todos los números que expresan dimensiones, características físicas y demás, tal y como se utilizan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, han de entenderse como modificadas por la expresión "aproximadamente". Por consiguiente, a no ser que se indique lo contrario, los valores numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y reivindicaciones pueden variar dependiendo de la propiedad que se desea y/o busca obtener con la presente invención. Como mínimo, y no como un intento de limitar la solicitud de la doctrina de equivalentes del alcance de las reivindicaciones, cada parámetro numérico debería interpretarse, al menos, a la luz del número de dígitos significativos indicado y mediante la aplicación de técnicas de redondeo habituales. Así mismo, debe entenderse que todos los intervalos divulgados en el presente documento albergan cualquier y todos los intervalos secundarios incluidos en estos. Por ejemplo, debería considerarse que un intervalo indicado de "1 a 10" incluye cualquier y todos los intervalos secundarios incluidos entre el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los intervalos secundarios que comienzan con un valor mínimo de 1 o más y que terminan con un valor máximo de 10 o menos, por ejemplo, de 1 a 6,7 o de 3,2 a 8,1 o de 5,5 a 10. También, tal y como se utilizan en el presente documento, la expresión "aplicado sobre", "situado sobre" o "montado sobre" significa aplicado sobre, situado sobre o montado sobre, aunque no necesariamente en contacto con la superficie. Por ejemplo, un artículo o componente de un artículo "aplicado sobre", "montado sobre" o "situado sobre" otro artículo o componente de un artículo no impide la presencia de materiales entre el artículo o entre el componente del artículo, respectivamente.

Antes de comentar las diversas realizaciones no limitantes de la invención, se entiende que la invención no se limita en esta solicitud a los detalles de las realizaciones no limitantes particulares mostradas y comentadas en el presente documento, pues la invención puede presentar otras realizaciones. Además, la terminología utilizada en el presente documento para comentar la invención tiene un fin descriptivo y no limitante. Es más, a no ser que se indique lo contrario, en el siguiente análisis, los números similares se refieren a elementos similares.

Las realizaciones no limitantes de la invención se refieren a una transparencia laminada de aeronave y, en particular, a un parabrisas de aeronave. La invención, sin embargo, no se limita a ningún tipo en particular de transparencia de aeronave y la invención contempla la práctica de la invención en cualquier tipo de parabrisas, por ejemplo, aunque sin limitarse al parabrisas laminado divulgado en la patente estadounidense n.º 8.155.816; la ventana de la aeronave que tiene un medio sensible a los estímulos eléctricos para, por ejemplo, aumentar o reducir la transmisión visible, aunque no se limita al tipo de ventana de aeronave divulgada en la solicitud de patente publicada estadounidense n.º 2007/0002422A, y ventanas de aeronave del tipo que tiene un espacio de aire aislado entre un par de láminas

laminadas. Además, la invención se puede emplear, por ejemplo, en las ventanas de comercios y residencias, aunque sin limitarse al tipo divulgado en la patente estadounidense n.º 5.675.944; una ventana para cualquier tipo de vehículo de tierra; una marquesina, una ventana de cabina y un parabrisas para cualquier tipo de vehículo aéreo y espacial; una ventana para cualquier depósito de agua superior o inferior, y una ventana para un lateral o puerta de visualización para cualquier tipo de recipiente, por ejemplo, aunque sin limitarse a un refrigerador, vitrina y/o puerta de horno. Los documentos identificados en el presente documento se incorporan aquí por referencia. Además, la invención no se limita al material de las capas o láminas de la transparencia y las capas o láminas pueden fabricarse con, pero sin limitación, láminas de plástico curado y no curado; láminas de vidrio recocido y láminas de vidrio reforzadas, transparentes, con color, revestidas y sin revestir. Como puede apreciarse a continuación, la invención se puede emplear, por ejemplo, en las ventanas que tienen láminas opacas, pero sin limitarse a láminas de madera y metal y láminas de vidrio que tienen un revestimiento opaco, y combinaciones de estas.

Actualmente, la transparencia de parabrisas aeroespacial es un componente pasivo del avión con características de descongelación o desempañamiento, no obstante, proporciona poco o ningún tipo de retroalimentación al sistema del avión. Las realizaciones no limitantes de los sensores de la invención proporcionan una ventana inteligente con el objetivo de proporcionar retroalimentación acerca del estado del sistema de ventana para conservar su integridad eléctrica y mecánica. Específicamente, que entre humedad es un problema ya conocido de la antigüedad de la transparencia aeroespacial, especialmente cuando los sellos de la ventana no se mantienen adecuadamente. Si se deja seguir entrando, la entrada de humedad puede deteriorar de forma permanente el panel interior, haciendo que haya una visibilidad reducida y que la ventana sea inservible. En el peor de los casos, que se introduzca humedad puede afectar a la capa calentadora conductora de electricidad (comentada con detalle más adelante), que hace potencialmente que una o más láminas o capas del parabrisas sean cebadas o su estructura falle.

En la figura 1 se muestra una realización no limitante de un parabrisas de aeronave 20 que se puede utilizar en la práctica de la invención. El parabrisas 20 tiene una primera lámina de vidrio 22 asegurada a una superficie 24 de una capa intermedia o lámina de vinilo 26 por medio de una primera capa intermedia de uretano 28, y tiene una segunda lámina de vidrio 30 asegurada a la superficie 32 de la capa intermedia de vinilo 26 por medio de una segunda capa intermedia de uretano 34. Un elemento de borde o barrera contra la humedad 36, por ejemplo, del tipo utilizado en la técnica, pero que no se limita a un caucho de silicona u otro material resistente contra la humedad flexible y duradero, se asegura a (1) un borde periférico 38 del parabrisas 20, es decir, el borde periférico 38 de la primera y la segunda láminas 22 y 30, respectivamente; de la capa intermedia de vinilo 26; de la primera y segunda capas intermedias de uretano 28 y 34, respectivamente; (2) a los márgenes o bordes marginales 40 de la superficie exterior 42 del parabrisas 20, es decir, los márgenes 40 de la superficie exterior 42 de la primera lámina de vidrio 22 del parabrisas 20, y (3) a los márgenes o bordes marginales 44 de la superficie exterior 46 del parabrisas 20, es decir, a los márgenes de la superficie exterior 46 de la segunda lámina de vidrio 30.

Como aprecian los expertos en la materia y sin limitarse a la invención, la primera lámina de vidrio 22; la capa intermedia de vinilo 26 y la primera capa intermedia de uretano 30 forman la parte estructural o tramo interior del parabrisas 20. La superficie exterior 42 del parabrisas 20, que es la superficie exterior 42 de la lámina de vidrio 22, se orienta hacia el interior del vehículo, por ejemplo, pero no se limita a una aeronave (aeronave mostrada en el documento de patente estadounidense n.º 8.156.816 B2). La segunda capa de uretano 34 y la segunda lámina de vidrio 30 forman la parte no estructural o tramo exterior del parabrisas 20. La superficie exterior 46 del parabrisas 20, que es la superficie exterior 46 de la segunda lámina de vidrio 30 se orienta hacia el exterior de la aeronave. La segunda lámina de vidrio 30 forma parte de un elemento calentable 50 que proporciona calor para eliminar el vaho de y/o derretir el hielo de la superficie exterior 46 del parabrisas 20 de una forma que se comenta a continuación.

Como se puede apreciar, la invención no se limita a la estructura del parabrisas 20 y, en la práctica de la invención, se puede utilizar cualquiera de las estructuras de las transparencias de aeronave divulgadas en la técnica. Por ejemplo y sin limitarse a la invención, el parabrisas 20 puede incluir una estructura en donde se omiten la capa intermedia de vinilo 28 y la primera capa intermedia de uretano 28, y las láminas de vidrio 22 y 30 son láminas de plástico.

Por lo general, las láminas de vidrio 22, 30 del parabrisas 20 son láminas de vidrio transparentes y químicamente reforzadas; no obstante, la invención no se limita a esto, y las láminas de vidrio pueden reforzarse con calor o pueden ser láminas de vidrio templadas con calor. Así mismo, como se aprecia, la invención no se limita al número de láminas de vidrio, capas intermedias de vinilo o capas intermedias de uretano que conforman el parabrisas 20, y el parabrisas 20 puede tener cualquier número de láminas y/o capas intermedias.

La invención no se limita al diseño y/o la estructura del elemento calentable 50, y en la práctica de la invención se puede utilizar cualquier elemento calentable conductor de electricidad utilizado en la técnica para calentar una superficie de una lámina de vidrio o plástico para derretir el hielo de y/o eliminar el vaho de la superficie de la lámina. Haciendo referencia a la figura 2, en una realización no limitante de la invención, el elemento calentable 50 incluye un revestimiento conductor 62 aplicado a la superficie 64 de la segunda lámina de vidrio 30 y un par de barras colectoras separadas 68, 68 en contacto eléctrico con el revestimiento conductor 62. La invención no se limita, por ejemplo, a la composición del revestimiento conductor 62 y no se limita a la invención; el revestimiento conductor 62 puede fabricarse con cualquier material conductor de electricidad adecuado. Las realizaciones no limitantes de los

5 revestimientos conductores que se pueden utilizar en la práctica de la invención incluyen, aunque no se limitan a una película de óxido de estaño dopado con flúor depositado pirolítico del tipo vendido en PPG Industries, Inc. con el nombre comercial NESAS®; una película de óxido de indio dopado con estaño depositado por rociado de magnetrón del tipo vendido por PPG Industries, Inc. con la marca comercial NESATRON®; un revestimiento constituido por una
 10 o más películas depositadas por rociado de magnetrón, incluyendo las películas, aunque no limitándose a una película de metal, por ejemplo, plata entre películas de óxido de metal, por ejemplo, óxido de zinc y/o estannato de zinc, cada uno de los cuales se puede aplicar de forma consecutiva por medio de rociado de magnetrón, por ejemplo, tal y como se divulga en los documentos de patente estadounidense n.º 4.610.771; 4.808.220 y 5.821.001, cuyas divulgaciones se incorporan en su totalidad en el presente documento por referencia.

15 Como puede apreciarse, la invención no se limita al uso de un revestimiento conductor de electricidad en la lámina de vidrio 60 y contempla el uso de cualquier tipo de elemento que se pueda calentar de forma eléctrica, por ejemplo, aunque sin limitarse a alambres de conducción eléctrica. Los alambres, por ejemplo, los alambres 69, mostrados en imagen fantasma en la figura 1, se pueden integrar en la segunda capa intermedia de uretano 34 y conectarse eléctricamente a las barras colectoras 66 y 68. Dicha disposición de calentamiento se conoce en la técnica con la marca registrada AIRCON de PPG Industries Ohio Inc. y se divulga en la patente estadounidense n.º 4.078.107, cuya patente en su totalidad se incorpora en el presente documento por referencia.

20 La invención no se limita al diseño y/o estructura de las barras colectoras y, en la práctica de la invención, se puede utilizar cualquier tipo de barras colectoras conocidas en la técnica anterior. Los ejemplos de las barras colectoras que se pueden utilizar en la práctica de la invención incluyen, pero no se limitan a los tipos divulgados en los documentos de patente estadounidense n.º 4.623.389; 4.320.962; 4.894.513; 4.994.650 y 4.902875, cuyas patentes se incorporan en su totalidad en el presente documento por referencia. Cada una de las barras colectoras 66 y 63
 25 están conectadas mediante un alambre 70 y 71, respectivamente, a una fuente de energía 72, por ejemplo, una batería, para que la corriente fluya a través de las barras colectoras 66 y 68 y el revestimiento conductor 62 para calentar el revestimiento conductor 62 y la segunda lámina de vidrio 30 y eliminar el hielo y/o vaho de la superficie exterior 46 del parabrisas 20. Un controlador de calor 73 de la ventana para proporcionar corriente eléctrica que caliente el revestimiento 62 y para desconectar la corriente eléctrica del revestimiento 62 está conectado a uno de los alambres, por ejemplo, el alambre 71, de modo que la sección de alambre 71A del alambre 71 conecta un polo del controlador de calor 73 de la ventana a la barra colectora 68, y la sección del alambre 71B del alambre 71
 30 conecta otro polo del controlador de calor 73 de la ventana a la batería 72. Con esta disposición, el controlador de calor 73 de la ventana puede controlar la energía eléctrica hacia las barras colectoras 66 y 68 y hacer que el revestimiento conductor 82 varíe o regule el flujo de corriente entre las barras colectoras 68 y 66 y que el revestimiento conductor 62 controle la temperatura del revestimiento conductor 62. Aunque no limitan la invención, los extremos 75 de la barra colectora 66 y los extremos 76 de la barra colectora 68 están separados de los lados adyacentes 78-81 de la lámina de vidrio 30 para impedir el cebado de las barras colectoras 86 y 68 con la cubierta de cuerpo metálico de la aeronave 47.

35 Una realización no limitante de un sensor de humedad de la invención se muestra en la figura 3 y se indica con el número 84. El sensor de humedad 84 incluye una tira corrosiva por la humedad y conductora de electricidad 86, montada de forma segura sobre una superficie de una o más de las láminas 22 y 30, la capa intermedia de vinilo 26 y/o una o ambas de las capas de uretano 28 y 34 del parabrisas 20 de una forma comentada más adelante. La tira 86 está fabricada con un material que conduce la electricidad, se corroe o disuelve en presencia de humedad, y esta corrosión o disolución de la tira, por ejemplo, cambia una propiedad eléctrica de la tira, aunque no se limita a la impedancia y/o resistencia óhmica de la tira 86, y el material de la tira 86 se inserta, por ejemplo, en el material en el que está integrada la tira, pero no se limita a la capa intermedia de vinilo 26 y las capas intermedias de uretano 28 y 34. En una realización no limitante de la invención, la corrosión y/o la disolución de la tira 86, por ejemplo, reduce el área en sección transversal de la tira 86 que cambia una propiedad eléctrica de la tira, pero no se limita a la impedancia y/o resistencia óhmica de la tira. Aun haciendo referencia a la figura 3, con fines aclaratorios, la invención no se limita a la longitud (indicada con la "L"), anchura (indicada con la "W") o el grosor (indicado con la "T") de la tira 86. El área en sección transversal de la tira 86 es igual a W por T . Como se puede observar a continuación, el aumento de L de la tira 86 proporciona un aumento de la distancia cubierta por la tira 88; el aumento de la W y el T de la tira 86 aumenta la vida útil de la tira y el aumento del T de la tira 86 aumenta la vida de la tira 86.

40 Los materiales que se pueden utilizar en la práctica de la invención incluyen, pero no se limitan a hierro, cromo y aluminio. En la práctica preferida de la invención, la tira 86 conductora es una tira de acero al carbono. Además, la tira conductora 90 puede ser un material de revestimiento conductor fabricado con pintura cerámica o tinta conductora de electricidad. El material conductor en la práctica preferida de la invención es un material que se deteriorará, por ejemplo, se corroerá o disolverá, cuando haga contacto con la humedad, y producirá un cambio eléctrico, por ejemplo, pero no se limitará a un cambio en la resistencia eléctrica a medida que cambia la cantidad de corrosión.

45 El fin de medir la humedad no es simplemente medir el índice de introducción instantánea de agua entre las láminas del parabrisas laminado de la aeronave, sino también la cantidad de humedad acumulada con el paso del tiempo. La historia de la introducción de humedad es tan importante como la concentración absoluta del agua en el sistema de ventana. El concepto de la medición de humedad de la ventana se basa en los cambios de las propiedades

eléctricas de un elemento sensor que sigue la introducción de humedad (agua) entre las láminas del parabrisas. Un sistema de sensor incluye, aunque no se limita a, el elemento sensor junto con el suministro de energía eléctrica, la circuitería y el *software* que detecta los cambios y comunica los cambios a las personas responsables de mantener la aeronave en un estado de operación seguro, por ejemplo, tal y como se divulga en el documento de patente estadounidense n.º 8.155.818 B2, cuya patente se incorpora en el presente documento por referencia.

En una realización no limitante de la invención, el elemento sensor se basa en el aumento predecible de la resistencia de un alambre metálico o tira metálica debido a la corrosión de la tira en presencia de humedad. Aunque el elemento sensor de una sola tira de metal o aleación puede aumentar la resistencia de forma predecible, a la larga, el flujo de corriente a través del alambre se reducirá a cero a medida que una posición del alambre corroe totalmente. Así mismo, Dicho estado de corriente cero se puede distinguir de un fallo mecánico del sensor que no se relaciona con un caso en el que entra humedad, por ejemplo, y no se limita a una fractura del vidrio que soporta el sensor. Finalmente, debido a la lenta reacción de la corrosión de un solo metal, los cambios en la resistencia eléctrica debidos a que entre humedad no pueden ser lo suficientemente significativos para una aplicación de sensor de humedad del mundo real.

La invención no se limita al circuito empleado para medir los cambios eléctricos cuando la humedad comienza a corroer o disolver el sensor 84 (véase la figura 3). En la figura 4 se muestra una realización no limitante de un sistema eléctrico 103 que se puede utilizar con el sensor 84 para determinar la penetración de humedad del parabrisas 20. En la realización no limitante de la invención mostrada en la figura 4, la tira 86 del sensor de humedad 84 se aplica en la superficie 24 de la lámina de vidrio 22 y se asegura frente a la superficie 24 de cualquier forma habitual, por ejemplo, aunque sin limitarse a la invención por la primera capa intermedia de uretano 28 (véase la figura 1). Como puede apreciarse, la tira 86 se puede aplicar en cualquier superficie de una cualquiera de las láminas de vidrio 22 y 30 y la capa intermedia de vinilo 26 del parabrisas laminado 20. En la realización no limitante de la invención mostrada en la figura 4, la tira conductora 86 está montada sobre la superficie 24 de la primera lámina de vidrio 22 y se extiende alrededor de, sustancialmente, todos los bordes marginales de la primera lámina de vidrio. La tira conductora 86 tiene una primera superficie de terminación 104 y una segunda superficie de terminación 106. La distancia o hueco entre la primera superficie de terminación 104 y la segunda superficie de terminación 106 debería ser lo suficiente para impedir cualquier comunicación de campo eléctrico descriptiva entre las superficies de terminación 104 y 106.

Las superficies de terminación 104 y 106 están conectadas a una fuente de energía eléctrica 108 del sistema eléctrico 103 mediante cables o alambres 109 y 110 para aplicar un potencial eléctrico en la tira 86. La fuente de energía 108 puede ser cualquier fuente de energía convencional, tal como, pero sin limitarse a, una batería, un generador eléctrico u otros. Además, la tira 86 del sensor de humedad 84 incluye un mecanismo de medición eléctrica 111, tal como un ohmiómetro, comunicado con la tira conductora 86 para medir el potencial eléctrico de la tira 84. Un mecanismo de control 112, tal como un *software* y un ordenador, se utiliza para controlar y comunicarse con la fuente de energía eléctrica 108 y el mecanismo de medición eléctrica 111. Este mecanismo de control 112 se puede utilizar para ordenar a la fuente de energía eléctrica 108 que proporcione un potencial eléctrico específicamente establecido o predeterminado en la banda conductora 89 y, después de su aplicación, el mecanismo de control 112 puede recopilar y/o calcular el potencial eléctrico de la tira 86 a través del mecanismo de medición eléctrica 111. Todos los elementos de la fuente de energía eléctrica 108, el mecanismo de medición eléctrica 111 y el mecanismo de control 112 se pueden combinar en una sola unidad o instrumento, por ejemplo, una consola del tipo mostrado en la figura 18 y divulgado en la patente estadounidense n.º 8.155.816 B2 o pueden ser unidades individuales (véase la figura 4).

La fuente de potencia eléctrica 108 aplica una tensión establecida en la tira 86, tal y como establezca o especifique el mecanismo de control 112. Esta tensión establecida permite que la corriente fluya a través de la tira 86. Como se ha mencionado antes, la fuente de energía eléctrica 108 está conectada a la tira 86 a través de un primer cable 109 y un segundo cable 110. El primer cable 109 está conectado a la primera superficie de terminación 104, y el segundo cable 110 está conectado a la segunda superficie de terminación 106. Esta conexión permite que la tira conductora 86 actúe como circuito eléctrico cuando la fuente de energía eléctrica 108 aplique un potencial eléctrico.

El mecanismo de medición eléctrica 111 lee o mide la corriente que fluye a través de la tira 90 por medio del primer cable 114, conectado a la primera superficie de terminación 104, y del segundo cable 116, conectado a la segunda superficie de terminación 106. Ya que la fuente de energía eléctrica 108 aplica una tensión establecida y el mecanismo de medición eléctrica 110 lee o mide la corriente que fluye a través de la tira 86, el mecanismo de medición eléctrica 111 (o el mecanismo de control 112) puede calcular el valor de la resistencia de la tira 86 para indicar la pérdida de la tira 86 como resultado de la humedad que corroe o disuelve la tira 86.

Más en particular, cuando la humedad penetra en el parabrisas 20, finalmente la humedad alcanzará la tira conductora 88. A medida que la humedad alcanza la tira 86, comienza a corroer o disolver la tira 86, aumentando la resistencia de la tira 86. A medida que la tira continúa corroyéndose o disolviéndose, esta finalmente presenta un hueco, que se indica como resistencia infinita o abierta, y que indica una penetración de la humedad importante. Opcionalmente, cuando la resistencia de la tira 86 está a un valor predeterminado, el mecanismo de control 112 envía una señal a la alarma 118 para avisar a la tripulación de la aeronave y/u a otro personal, como se divulga en la

patente estadounidense n.º 8.155.816 B2, de que existe un problema de penetración de la humedad.

- 5 La tira conductora 86 del sistema eléctrico 103 mostrada en la figura 4 puede utilizarse para indicar que la humedad ha penetrado en el área entre la lámina de vidrio 22 y la capa intermedia de vinilo 26 (véase la figura 1), no obstante, el uso de una sola tira 86 no indica dónde se ha producido la penetración de humedad, cuánto ha penetrado la humedad o por qué lado del parabrisas ha penetrado la humedad. Para mejorar la identificación de las áreas de penetración de la humedad entre la lámina de vidrio 22 y la capa intermedia de vinilo 26, se pueden colocar varias tiras en un patrón de rejilla o matriz sobre la superficie interior 24 de la lámina 22.
- 10 En la realización no limitante de la invención mostrada en la figura 5, cada uno de los laterales 120-123 de la lámina de vidrio 125 tiene dos filas 132 y 134 de tiras 86 en o adyacentes al margen 135 de la lámina de vidrio 125 para proporcionar una matriz de tiras conductoras que identifiquen de forma más decisiva dónde hay un área de humedad en el parabrisas. Aunque la realización no limitante de la invención hace referencia a la lámina 125 (figura 5) durante el análisis, el análisis se puede aplicar a las láminas de vidrio 22 y 30, a la capa intermedia de vinilo 28 y a las capas intermedias de uretano 28 y 34 a no ser que se indique lo contrario. La primera fila 132 de las tiras conductoras incluye tiras conductoras 136-139 en las esquinas 141-144 de la lámina 125, respectivamente, y tiras conductoras 146 y 147 en los laterales 121 y 123, respectivamente, sobre la lámina 125. Aun haciendo referencia a la figura 5, el extremo 136A de la tira 136 es adyacente a y está separado del extremo 139B de la tira 139, en el lateral 120 de la lámina 125; el extremo 136B de la tira 136 está separado de y es adyacente al extremo 146A de la tira 146, y el extremo 146B de la tira 146 es adyacente a y está separado del extremo 137A de la tira 137, en el lateral 121 de la lámina 125; el extremo 137B de la tira 137 es adyacente a y está separado del extremo 138A de la tira 138, en el lateral 122; el extremo 138B de la tira conductora 138 está separado de y es adyacente al extremo 147A de la tira 147, y el extremo 147B de la tira 147 es adyacente a y está separado del extremo 139A de la tira 139, en lateral 123 de la lámina 125.
- 25 La segunda fila 134 de las tiras conductoras incluye tiras conductoras 150-153. La tira conductora 150 se extiende entre los laterales 121 y 123 de la lámina de vidrio 125; tiene su extremo 150A adyacente a y separado del extremo 151B de la tira 151 y su extremo 150B adyacente a y separado del extremo 153A de la tira 153. La tira conductora 151 se extiende entre los laterales 122 y 120 de la lámina de vidrio 125 y tiene su extremo 151A adyacente a y separado del extremo 152B de la tira 152. La tira conductora 152 se extiende entre los laterales 121 y 123 de la lámina de vidrio 125 y tiene su extremo 152A adyacente a y separado del extremo 153B de la tira 153. La tira conductora 153 se extiende entre los laterales 120 y 122 de la lámina de vidrio 125 y tiene su extremo 153B adyacente a y separado del extremo 152A de la tira 152.
- 30 Los extremos A y B de cada una de las tiras 136-139, 146, 147 y 150-153 están conectados individualmente de manera eléctrica a la fuente de energía eléctrica 108 (véase la figura 4) para aplicar un potencial eléctrico en las tiras conductoras 136-139, 146, 147 y 150-153 y en el mecanismo de medición eléctrica 111 para medir el potencial eléctrico de las tiras conductoras 136-139, 146, 147 y 150-153. El mecanismo de control 112 controla y se comunica con la fuente de energía eléctrica 108 y el mecanismo de medición eléctrica 111, tal y como se ha comentado anteriormente, para ordenar a la fuente de energía eléctrica 108 que proporcione en las tiras conductoras 136-139, 146, 147 y 150-153 un potencial eléctrico predeterminado o establecido específicamente y, después de su aplicación, el mecanismo de control 112 puede recopilar y/o calcular el potencial eléctrico de la tira conductora 136-139, 146, 147 y 150-153 a través del mecanismo de medición eléctrica 111. Todos los elementos de las fuentes de energía eléctrica 108, los mecanismos de medición eléctrica 110 y los mecanismos de control 112 de las tiras conductoras 136-139, 146, 147 y 150-153 se pueden combinar en una sola unidad o instrumento, por ejemplo, una consola del tipo divulgado en la patente estadounidense n.º 8.155.818 B2 o pueden ser unidades individuales.
- 45 Aun haciendo referencia a la figura 5, la disposición de las dos filas 132 y 134 que tienen cada una tiras conductoras separadas, por ejemplo, las tiras 136-139, 146 y 147 de la fila 132 y las tiras conductoras 150-153 de la fila 134 proporcionan una aproximación más cercana al área de la penetración de humedad. Más en particular y sin limitarse a la invención, la humedad ataca las tiras conductoras 146 y 151, ubicando la penetración de humedad 156 en el área central del lateral 121 de la lámina 125; la humedad ataca las tiras conductoras 139 y 153, ubicando la penetración de humedad 158 en el lateral 123 adyacente al lateral 138 de la lámina 125.
- 50 La tira conductora 86 se puede aplicar en una superficie de una o más láminas de vidrio 22, 24, 28 y 60. Tal y como se aprecia, cuando una tira conductora se coloca sobre una o más de una lámina, cada una de las tiras conductoras 86 tiene preferentemente su propia fuente de energía eléctrica 108, o se proporciona una fuente de potencia y se conecta de forma eléctrica a dos o más de las tiras conductoras 86, y se proporciona un reóstato para cada tira conductora 86 para controlar la tensión en cada una de las tiras conductoras 86. De manera similar, se pueden utilizar uno o más mecanismos de medición eléctrica 110 para leer y medir el potencial eléctrico o la corriente que fluye a través de cada una de las tiras conductoras 90 de las láminas 22, 24, 28 y 60 del parabrisas 20. De esta manera, se puede monitorizar la salida de cada uno de los sensores de humedad sobre las láminas de vidrio 22, 24, 28 y 60.
- 60 Haciendo referencia a la figura 8, se muestra un elemento calentable 50 aplicado en la superficie interior de la segunda lámina de vidrio 30. Como pueden apreciar los expertos en la materia, las tiras conductoras 136-139, 146 y

147 del sensor 84 están aisladas eléctricamente de las barras colectoras 66 y 68 y del revestimiento conductor 62 del elemento calentable 50. En una realización no limitante de la invención, las barras colectoras están en el interior del revestimiento 62 y el revestimiento 62 está separado de los laterales de la lámina de vidrio. Las tiras 138-139, 146 y 147 se aplican sobre la superficie de la lámina de vidrio entre el borde de la lámina y el elemento calentable 62. La tira de vidrio sin revestir 102 se puede proporcionar de cualquier manera conveniente, por ejemplo, cubriendo la superficie de vidrio durante el proceso de revestimiento o eliminando de forma abrasiva o química el revestimiento de la superficie de vidrio. Debido a que el vidrio está reforzado de forma química, se prefiere cubrir las áreas durante el proceso de revestimiento para evitar dañar la superficie, lo que puede provocar que el vidrio templado se rompa.

En otra realización no limitante de la invención mostrada en la figura 7, el revestimiento conductor eléctrico 62 se extiende bajo las tiras 136-139, 146 y 147, y el revestimiento 62 y las tiras 136-139, 146 y 147 están aisladas de forma eléctrica entre sí por una capa de material no conductor, por ejemplo, aunque sin limitarse a plástico 159. La capa 159 puede tener una capa adhesiva sobre cada superficie para asegurar una de las tiras metálicas 136-139, 146 y 147 en su posición sobre el revestimiento conductor 82 durante el proceso de laminación. Como puede apreciarse, la tira conductora puede reducir la visibilidad que hay a través de dicha parte de la lámina de vidrio sobre la que se deposita y, por tanto, para las tiras metálicas que se extienden en el área de visión del parabrisas, la anchura máxima de la tira metálica 86 depende del área de visualización del operario requerida o especificada a través del parabrisas 20. Las transparencias para aeronaves, por ejemplo, los parabrisas, tienen requisitos de seguridad específicos que detallan el área visible (o transparente).

Aunque se aceptan las tiras metálicas individuales para su uso como sensores de humedad, se observa que son lentas. En dichos casos en los que, por ejemplo, la respuesta utilizando una sola tira metálica para un sensor de humedad tiene una reacción lenta, los cambios en la resistencia eléctrica debidos a que entre humedad no pueden ser lo suficientemente significativos para una aplicación de sensor de humedad del mundo real, por lo que se prefieren los sensores bimetalicos.

En esta realización no limitante de la invención, se utiliza la respuesta previsible del elemento sensor bimetalico. El sensor bimetalico incluye, aunque no se limita a, dos metales distintos en contacto cercano, para así formar un solo elemento sensor en particular. Los metales diferentes en contacto eléctrico pueden sufrir corrosión galvánica en presencia de humedad. La corrosión galvánica (también denominada corrosión bimetalica, corrosión electroquímica y corrosión de metales distintos) se define como un proceso electroquímico en el que el índice de corrosión de un metal en un par será mayor que el del otro elemento del par cuando ambos metales estén en contacto eléctrico y sumergidos en una solución o atmósfera corrosiva. En general, las reacciones de corrosión que se producen en un bimetalo acoplado son similares a las que se producirían en metales individuales no acoplados, pero el índice de corrosión de un metal aumenta, en ocasiones de forma drástica, mientras que el otro metal se puede corroer gradualmente o estar totalmente protegido. La reacción de corrosión galvánica se divide en dos procesos en gran medida independientes: 1) la transferencia de metal en la solución con un número equivalente de electrodos que quedan en el metal, denominado proceso anódico y 2) la asimilación de los electrones en exceso en el metal, denominado proceso catódico, (cita de A, de Rooij, "Bimetallic Compatible Couples", ESA Journal 1989, Vol. 13, pp. 199-209). Normalmente, los dos procesos se producen en distintas regiones, más habitualmente entre metales distintos en contacto eléctrico entre sí.

La tendencia que tiene un metal de dejar electrones en una solución se mide como tensión (potencial) con respecto a un electrodo de referencia, normalmente, bien el electrodo de calomelanos saturado o el electrodo normal de hidrógeno. Los potenciales de los metales comunes y aleaciones se pueden encontrar en quimeras publicadas como series galvánicas de un conjunto particular de condiciones, dispuestas para aumentar la electronegatividad. Normalmente, el metal más electropositivo es el que se vuelve catódico con respecto al metal más electronegativo, que preferentemente se corroe. Debería observarse que los valores de los potenciales de cualquier par de metales pueden verse influidos por varios factores, incluyendo, pero no limitándose al tipo de electrolito, la temperatura, el pH y la proporción de las áreas de superficie de los dos metales del par. Esto, en circunstancias especiales, deriva en una anulación de las reacciones anódica y catódica del par; es decir, el metal que se corroe fácilmente cuando se encuentra con un conjunto de condiciones puede quedar protegido con otro conjunto de condiciones. No se puede escribir una fórmula galvánica generalmente válida para predecir *a priori* el comportamiento de un par de metales específicos en un conjunto de condiciones en particular. Así, la selección de los pares de metales adecuados para una aplicación en particular suele estar basada en las experiencias anteriores. Aunque se ha publicado mucha investigación acerca del tema de minimizar la corrosión de los pares bimetalicos, en esta realización no limitante de la invención, los metales deberían seleccionarse para mejorar el índice de corrosión del alambre anódico, proporcionando una salida predecible del sensor que se produzca a un índice coherente con la vida de diseño del sensor.

El análisis ahora se centra en las consideraciones de diseño de los elementos sensores bimetalicos.

En la figura 8 se muestra una realización no limitante de un sensor de humedad bimetalico indicado con el número 162. El sensor 162 incluye una primera tira 164 y una segunda tira 166. La primera tira 164 y la segunda tira 166 tienen la misma área en sección transversal o un área distinta y están hechas con distintos materiales, de modo que las tiras 164 y 166 del sensor 162 se corroen y/o disuelven a distintos índices. Con esta disposición, el sensor 162

puede proporcionar información relativa al índice de corrosión. En una realización no limitante de la invención, la primera tira 164 del sensor 162 puede estar hecha con zinc y la segunda tira 166 del sensor 162 puede estar hecha con hierro.

- 5 Idealmente, la respuesta de un elemento sensor bimetálico debería diseñarse mediante la selección de metales constitutivos particulares para: a) maximizar el aumento medible de la resistencia del elemento sensor bimetálico y b) hacer coincidir el tiempo de respuesta del elemento sensor bimetálico con la vida útil de la ventana. En la práctica, la selección de materiales también se verá influida por el precio y la disponibilidad de los materiales, la compatibilidad con el proceso de fabricación y por el proceso de certificación de la Federal Aviation Administration ("FAA") (Administración federal de la aviación de los EE. UU.).

15 La primera consideración es los factores que afectan el cambio de resistencia del elemento sensor. La resistencia eléctrica del elemento sensor bimetálico se puede modelar como una red de resistores que consiste en elementos en serie y paralelos, estando los puntos de contacto eléctrico entre los dos alambres representados por nodos sobre la red y la resistencia de cada tramo de alambre entre los puntos de contacto como resistores paralelos. Antes del inicio de la corrosión, la resistencia de inicio del elemento sensor bimetálico se puede calcular a partir de las resistencias individuales, así:

$$R_0 = \frac{R_{anódico} \times R_{catódico}}{R_{anódico} + R_{catódico}}$$

20 donde $R_{anódico}$ es la resistencia de inicio del alambre de metal anódico, $R_{catódico}$ es la resistencia de inicio del alambre de metal catódico y R_0 es la resistencia inicial del elemento sensor bimetálico para simplificar, con el fin de ilustrar los principios del diseño, la corrosión que deriva en la eliminación completa del alambre anódico (antes de la aparición de la corrosión en el alambre catódico) hará que la resistencia del sensor aumente hasta un valor de:

$$R_{bimetal_corroído} = R_{catódico}$$

La expresión simplificada del máximo cambio posible de la resistencia del elemento sensor es igual a:

$$R_{límite} = \frac{R_{bimetal_corroído} - R_0}{R_0} = \frac{R_{catódico}}{R_{anódico}}$$

Y la resistencia del sensor como una función del tiempo es:

$$R_{sensor} = \{1 + f(\text{potencial catódico, potencial anódico, proporción del área, pH, humedad, etc.}) \times t\} R_0$$

35 A partir de este modelo simplificado es fácilmente evidente que los metales del sensor deberían seleccionarse para maximizar la resistencia de inicio del alambre catódico y minimizar la resistencia de inicio del alambre anódico. En general, para el alambre catódico, debería seleccionarse un metal de alta resistividad que esté en el extremo catódico de la serie galvánica y tenga un diámetro reducido (siempre que el área de superficie del cátodo con respecto al ánodo permanezca lo suficientemente grande para soportar la reacción catódica a un índice deseable). Al contrario, el alambre anódico ideal debería tener una baja resistividad, debería ser más anódico en la serie galvánica y debería tener un diámetro de inicio relativamente mayor.

45 Cuando se combinan con las consideraciones del párrafo anterior, determinadas combinaciones de los metales serán "elecciones inteligentes" que mejorarán la capacidad del sensor. Una posible combinación "inteligente" que se ha demostrado en el laboratorio es un alambre de hierro anódico con un alambre de resistencia de cromel catódico (90 % níquel/10 % cromo). El alambre de hierro tiene una fuerza electromotora ("EMF") de aproximadamente -0,52 voltios ("V") (valor del acero suave, relativo al electrodo de calomelanos saturado, en una solución de NaCl al 3,5 %) mientras que el cromel tiene un potencial de -0,10 V en el modo de corrosión pasiva y de -0,27 V en el modo de corrosión activa (los valores son 80 % níquel/20 % aleación de aluminio). Ya que el hierro es más electronegativo que el cromel en la mayoría de las circunstancias, se corroerá preferentemente mientras que el cromel estará "protegido". El alambre de hierro recocido tiene una resistividad de 60 ohm por milímetro/pie circular, mientras que el cromel es de más de siete veces mayor (425 ohm por milímetro/pie circular). Los alambres de hierro analizados inicialmente tenían un diámetro de 1 milímetro (0,001 pulgada) y 10 milímetros (0,010 pulgadas). Los alambres de cromel que se analizaron inicialmente tenían un diámetro de 5 milímetros (0,005 pulgadas), 15 milímetros (0,015 pulgadas) y 20 milímetros (0,020 pulgadas). Este alambre de hierro de diámetro más pequeño comenzó con una mayor resistencia y tendió a responder rápidamente, mientras que el de diámetro mayor permite un cambio general mayor en la resistencia del sensor durante un tiempo más prolongado.

60 Los pares de alambres analizados incluyeron hierro/zinc; cromel/acero; cromel/aluminio; cromel/zinc; hierro/cobre; nicrotal/hierro; cuprotal/hierro; Kanthal/hierro y Nifethal/hierro.

En resumen y en una realización no limitante de la invención, existen tres criterios de selección de los alambres

utilizados en el sensor bimetálico:

- Resistividad; Se desea un alambre de gran resistividad para que el alambre catódico defina el punto resistivo final del sensor y proporcione una mayor sensibilidad. Se desea un alambre de baja resistividad para que el alambre anódico permita el mayor cambio de resistencia al corroerse. Este parámetro tiene que correlacionarse con el diámetro para conseguir una resistencia final apropiada.
- Diámetro: Debería seleccionarse que el alambre anódico tuviera un diámetro mayor que el alambre catódico para facilitar la reacción química.
- Potencial galvánico: Los alambres deberían emparejarse para colocarse sobre los extremos opuestos del espectro del potencial galvánico, para así permitir la mayor posibilidad de reacción. Este no es un requisito estricto porque las excepciones se producen con algunas parejas de metal que presentan dichos potenciales galvánicos, que producen índices de corrosión electroquímica altos.

En operación, hay cuatro estados de las condiciones del sensor.

- 1) Sensor nuevo: En este estado, el sensor mantiene la resistencia original y no muestra ningún cambio de la resistencia a lo largo del tiempo.
- 2) Sensor operante: Cuando se expone a la humedad, la resistencia del sensor cambiará con el paso del tiempo.
- 3) Sensor saturado/consumido: Cuando se consume el cátodo, la resistencia alcanzará un punto de saturación y no habrá más cambios en la resistencia. Este tipo de reacción se espera en un sensor que tenga un ánodo y un cátodo con reacción eléctrica.
- 4) Sensor roto: En el caso de un alambre roto debido a una mala conexión, daño mecánico, etc., la resistencia del sensor se leerá como en un sensor nuevo o un sensor operante y como resistencia infinita. Esta es una de las ventajas de la invención, pues distingue entre un sensor saturado/consumido y un sensor roto. Más en particular, el cátodo se corroe más rápido que el ánodo. El cátodo presenta la separación que se produce a partir de la corrosión y el ánodo sigue intacto. El cátodo tiene una resistencia infinita y el ánodo tiene menos resistencia. Si hay una mala conexión, el ánodo y el cátodo tienen una resistencia infinita.

En la figura 9 se muestra otra realización no limitante de un sensor de humedad de la invención indicado con el número 168. El sensor 168 incluye una primera tira 170 y una segunda tira 172 unidas entre sí por la capa eléctricamente aislante 159. La primera tira 170 y la segunda tira 172 pueden presentar distintas áreas en sección transversal o pueden presentar la misma área en sección transversal y pueden estar hechas con el mismo material. El sensor 168 se puede colocar entre dos láminas con la tira 170 orientada hacia una primera lámina y la tira 172 orientada hacia una segunda lámina opuesta. El índice de corrosión de las tiras 170 y 172 se puede utilizar para estimar la introducción de humedad, por ejemplo, la introducción entre la tira 170 y la primera lámina y la tira 172 y la segunda lámina.

En una realización no limitante de la invención, las tiras bimetálicas 164 y 166 del sensor 162 están conectadas de forma eléctrica entre sí por un adhesivo conductor 179 (mostrado con líneas fantasma en la figura 8). La resistencia del elemento sensor de humedad bimetálico puede medirse utilizando varios circuitos de sensor de lectura normales, de los cuales se ilustran dos clases en las figuras 10 y 11. La primera clase de circuitos de lectura se muestra en la figura 10 y se identifica con el número 180. El circuito 180 incluye una fuente de corriente 182 que acciona una corriente fija 184 a través del circuito que contiene un sensor 185 de la invención, por ejemplo, pero que no se limita a los sensores 82, 162 o 168 conectados por los alambres 186 y 188. A medida que la resistencia del elemento sensor 185 aumenta, la tensión generada a través del elemento sensor aumenta de forma directamente proporcional. La electrónica 190 del sensor lee directamente la tensión a través del elemento sensor. En este tipo de circuito, la resistencia inicial del sensor se puede utilizar como referencia para indicar el estado de humedad cero y cualquier aumento finito de la resistencia indicará la presencia de humedad. Como se ha mencionado antes, si el elemento sensor del circuito 180 está roto, la resistencia caerá a cero, lo que indicará un estado de falla.

La segunda clase amplia de circuitos de lectura se muestra en la figura 11 y se identifica con el número 196. El circuito 196 incluye la segunda clase amplia de circuitos de lectura y emplea una fuente de tensión 198, que aplicará una tensión conocida a través del circuito 196. El circuito 196 incluye además un resistor de referencia 200 conocido, el elemento sensor 185 y los alambres de conexión 204 y 206. La tensión se dividirá a través de las resistencias en serie de forma proporcional a sus resistencias. La electrónica del sensor 208 lee directamente la tensión a través del resistor de referencia 200. A medida que la resistencia del elemento sensor 202 aumenta, la tensión a través del resistor de referencia 200 se reducirá. El valor del resistor de referencia 200 se puede ajustar para producir un valor de inicio preferido en el estado de humedad cero, permitiendo que el fabricante compense las variaciones del sensor. Un elemento sensor o alambre de conexión roto harán que la tensión falle a cero, lo que indicará un estado de falla.

A continuación, el análisis se refiere a las realizaciones no limitadas de la invención con respecto a la colocación de las realizaciones no limitantes de los sensores de humedad o detectores de la invención en componentes seleccionados del parabrasas 20, para así detectar la presencia de humedad y/o medir la cantidad de humedad presente entre las láminas, por ejemplo, pero sin limitarse a, entre las láminas de vidrio 22 y 30, de conformidad con las realizaciones de la invención.

Tal y como se ha comentado anteriormente y como se muestra en la figura 1, el parabrisas o transparencia 20 tiene una barrera fueraborda frente a la humedad o sello 36 para impedir o reducir la penetración de humedad entre la primera y la segunda láminas de vidrio 22 y 30, respectivamente; la capa intermedia de vinilo 26 y la primera y segunda capas intermedias de uretano, 28 y 34, respectivamente. Más en particular, cuando falla el sello contra la humedad 36, por ejemplo, se rompe y/o se despegga debido a la erosión provocada por el viento y la lluvia, la humedad entra entre las láminas de vidrio 28 y 30 del parabrisas 20. Aunque la rotura o despegamiento del sello contra la humedad 36 no es un problema estructural, cuando la humedad se mueve entre las láminas de vidrio 23 y 30, el parabrisas 20 se puede deslaminar y/o el elemento calentable 50 puede dañarse y fallar, reduciendo la vida útil del parabrisas. Cuando se produce la deslaminación del parabrisas 20, aumentan el índice y la cantidad de humedad que entra entre las láminas de vidrio 22 y 30 del parabrisas, acelerando la degradación del parabrisas. Llevando a la práctica las realizaciones no limitantes de la invención, se monitoriza la penetración de humedad entre las láminas de vidrio 22 y 30 del parabrisas 20 y se proporciona información que se puede analizar para determinar la condición y/o el rendimiento de la barrera contra la humedad 36, y se proporciona la sustitución o reparación de la barrera contra la humedad 36 antes de que se degrade el parabrisas 20, hecho provocado cuando la penetración de humedad comienza o se acelera.

Tan importante como el principio y el tipo de mediciones, dónde debe colocarse el sensor de humedad determinará si el sensor nuevo puede detectar de forma eficaz la introducción de humedad y proporcionar un aviso lo suficientemente temprano como para que el sistema sensor de "ventana inteligente" alarme al piloto. Haciendo referencia a la figura 12 según sea necesario, la colocación de la tira 86 (figura 4) o varias tiras (figuras 5 y 6) podrá realizarse en cualquier posición sobre o entre las láminas de vidrio 22 y 24 y la capa intermedia de vinilo 26. Además, la invención no se limita al número de tiras 86 del sensor y la ubicación de las tiras 86 sobre el parabrisas. Más en particular y sin limitarse a la invención, la tira 86 se puede integrar en la primera capa de uretano 28 entre la lámina de vidrio 22 y la capa intermedia de vinilo 26; integrarse en la segunda capa de uretano 28 entre la lámina de vidrio 30 y la capa intermedia de vinilo 26; entre la barrera frente a la humedad 36 y los bordes marginales de la primera lámina de vidrio 22; entre la barrera frente a la humedad 36 y los bordes marginales de la segunda lámina 22; entre la barrera frente a la humedad 36 y los bordes periféricos del parabrisas.

La invención no se limita a la forma de la tira o elemento sensor del sensor de humedad de la invención. Por ejemplo y sin limitarse a la invención, los elementos sensores o tiras comentadas anteriormente tenían una forma alargada con una sección transversal cuadrada o rectangular. La invención, no obstante, contempla elementos sensores o tiras hechos con cualquier forma, por ejemplo, pero sin limitarse a una forma alargada con una sección transversal circular. Más en particular, en la figura 13 se muestra un elemento sensor (220) que tiene un par de alambres 222 y 224 retorcidos el uno en torno al otro. Los alambres 222 y 224 se pueden utilizar solo para un elemento sensor de alambre, pueden estar hechos con distintos materiales para un elemento sensor bimetálico, o pueden estar hechos con el mismo material pero distintos tamaños, como se ha comentado anteriormente.

En las realizaciones no limitantes de la invención comentada anteriormente, el sensor 86, en general, tiene la única función de medir la presencia y el período de tiempo que la humedad está en contacto con el sensor 86. La invención, no obstante, no se limita a esto y el sensor de la invención se puede utilizar para medir la presencia y el período de tiempo que la humedad está en contacto con el sensor 86 y para activar y desactivar el equipo eléctrico, por ejemplo, como se comenta más adelante y como en la patente estadounidense n.º 8.155.816 B2.

Sistema de control

En la patente estadounidense n.º 8.155.816 divulgada hay un método y aparato para monitorizar el rendimiento de una transparencia, por ejemplo, aunque no se limita al parabrisas 20 de la invención, y para programar de forma oportuna el mantenimiento de, por ejemplo, las reparaciones o la sustitución de las transparencias, por ejemplo, de los parabrisas de aeronave que tienen un rendimiento fuera de los límites aceptables. En este caso en particular, el rendimiento fuera de los límites aceptables es el resultado de la penetración de humedad.

En general, la salida de los sensores que portan datos acerca del rendimiento de la barrera frente a la humedad del parabrisas está conectada a una consola que incluye un ordenador que tiene *software* para leer y analizar las señales procedentes de los sensores o detectores, para así monitorizar y/o determinar el rendimiento del parabrisas. Un monitor se puede utilizar en la práctica de la invención para proporcionar una pantalla visual y un altavoz para proporcionar un audio que tengan que ver con el rendimiento del parabrisas. La consola puede incluir una alarma que llame la atención sobre el monitor. La colocación de la consola en la aeronave proporciona al personal de la aeronave un rendimiento en tiempo real del parabrisas.

En otra realización divulgada en la patente estadounidense n.º 8.155.816, la consola tiene un transmisor y receptor inalámbricos; el transmisor transmite señales a una torre de transmisión. Los datos portadores de señales acerca del rendimiento del parabrisas 20 se transmiten a un centro de control 324. Los datos recibidos se estudian y se programan las acciones adecuadas que llevar a cabo; por ejemplo, en función de la información recibida, el personal del centro de control determina qué acción es necesaria, si la hubiera. Si es necesaria una acción de reparación del parabrisas o la sustitución del parabrisas, se transmite al satélite una señal que proporciona un programa de reparación a un centro de mantenimiento geográficamente cercano a la ubicación de reparación indicada

(normalmente, la siguiente parada programada de la aeronave) para disponer que todas las piezas, equipo y personal se encuentren en la ubicación de reparación indicada.

5 En otra realización de la patente estadounidense n.º 8.155.816, si los datos de los sensores indican que el parabrisas 20 tiene que sustituirse, el programa de reparación puede incluir el envío del parabrisas a la siguiente parada programada de la aeronave; si el parabrisas tiene que ser sustituido con urgencia, el programa de reparación incluirá un cambio en el plan de vuelo para aterrizar inmediatamente y el parabrisas estará ya allí o llegará en poco tiempo. Los pasajeros pueden trasladarse opcionalmente a otro avión o esperar hasta que se complete la
10 reparación. Si se programa una reparación y esta se puede realizar sin retirar el parabrisas, el programa de reparación puede hacer que el personal y las piezas de reparación se encuentren en la ubicación de reparación indicada.

15 La invención no se limita a las realizaciones de la invención presentadas y comentadas anteriormente, que se describen únicamente con fines ilustrativos, y el alcance de la invención solo está limitado por el alcance de las siguientes reivindicaciones y por cualquier reivindicación adicional que se añada a las aplicaciones que tienen una relación directa o indirecta con esta solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Una transparencia (20) que comprende:

5 una pluralidad de láminas (22, 30) unidas entre sí;
un elemento sensor (84, 162, 220) sensible a la humedad, situado entre las láminas (22, 30);
electrónica de sensor (111) conectada operativamente al elemento sensor (84, 162, 220) para medir una
propiedad eléctrica del elemento sensor (84, 162, 220) que cambia como función de la corrosión provocada por
la humedad, en donde

10 el elemento sensor (84, 162, 220) comprende, al menos, una tira metálica (86) que se corroe en presencia de
humedad, y la propiedad eléctrica del elemento sensor (84, 162, 220) es una resistencia óhmica medida de la tira
metálica (86), que aumenta a medida que aumenta la corrosión de la tira metálica (86), y
conectando operativamente el elemento sensor (84, 162, 220) y la electrónica de sensor (111) a una fuente de
15 energía (108) mide la propiedad eléctrica del elemento sensor (84, 162, 220) para determinar si el elemento sensor
(84, 162, 220) es un elemento sensor nuevo, un elemento sensor en operación, un elemento sensor saturado o un
elemento sensor roto.

20 2. La transparencia (20) según la reivindicación 1, en donde un sello contra la humedad (36) se superpone a los
bordes marginales (40, 44) de las superficies opuestas exteriores (42, 46) y a los bordes periféricos (38) de la
transparencia de aeronave (20), y el elemento sensor (84, 162, 220) está situado entre las láminas (22, 30) y/o entre
las láminas (22, 30) y el sello contra la humedad (36).

3. La transparencia (20) según la reivindicación 2, en donde:

25 la pluralidad de láminas (22, 30) comprende dos o más láminas transparentes (22, 30) unidas entre sí por un
adhesivo (26, 28, 34), y
el elemento sensor (84, 162, 220) está situado sobre una parte de superficie de al menos una de las láminas (22,
30).

30 4. La transparencia (20) según la reivindicación 3, en donde cada una de las láminas (22, 30) comprende una
primera superficie principal opuesta a una segunda superficie principal y un borde periférico (38) que une la primera
superficie principal y la segunda superficie principal, en donde una parte de superficie de al menos una de la
pluralidad de láminas (22, 30) se selecciona del grupo que consiste en la primera superficie principal, la segunda
35 superficie principal, el borde periférico (38) y combinaciones de estos.

40 5. La transparencia (20) según la reivindicación 1, en donde la transparencia (20) es una transparencia de aeronave
(20) y cada una de las láminas (22, 30) comprende una primera superficie principal (42, 46) opuesta a una segunda
superficie principal y un borde periférico (38) que une la primera superficie principal y la segunda superficie principal,
en donde la segunda superficie principal de una primera lámina (22) de la pluralidad de láminas está orientada hacia
y separada de la segunda superficie principal de una segunda lámina (30) de la pluralidad de láminas y el elemento
sensor (84, 162, 220) está situado entre la primera lámina (22) y la segunda lámina (30) y separado del borde
periférico (38) de la primera lámina (22) y de la segunda lámina (30).

45 6. La transparencia (20) según la reivindicación 1, en donde la al menos una tira metálica del elemento sensor (84,
162, 220) comprende una tira bimetálica (162) de dos metales (164, 166) que se corroe en presencia de humedad, y
la resistencia óhmica medida de cada uno de los dos metales (164, 166) aumenta a medida que aumenta la
corrosión y se diferencia la resistencia óhmica de cada uno de los dos metales.

50 7. La transparencia (20) según la reivindicación 6, en donde la tira bimetálica (162) tiene pares de alambres (164,
166) seleccionados del grupo que consiste en: hierro/zinc; cromel/acero; cromel/aluminio; cromel/zinc; hierro/cobre;
nicrotal/hierro; cuprotal/hierro; Kanthal/hierro y Nifethal/hierro.

55 8. La transparencia (20) según la reivindicación 1, en donde el elemento sensor (84, 162, 220) incluye dos tiras (86)
del mismo metal que tienen diferentes anchuras.

60 9. La transparencia (20) según la reivindicación 6 en la medida en que depende de la reivindicación 2, en donde el
elemento sensor (84, 162, 220) es uno de una pluralidad de elementos sensores (84, 162, 220), y en donde un
primero de la pluralidad de elementos sensores (84, 162, 220) está situado entre el sello contra la humedad (36) y al
menos una de la pluralidad de láminas (22, 30) y un tercero de la pluralidad de elementos sensores (84, 162, 220)
está situado entre el sello contra la humedad (36) y una parte de superficie exterior de la transparencia de aeronave
(20).

65 10. La transparencia (20) según la reivindicación 6, en donde las dos tiras metálicas (164, 166) de la tira bimetálica
(162) se superponen entre sí y están aisladas eléctricamente la una de la otra, o en donde las dos tiras metálicas
(164, 166) de la tira bimetálica (162) se superponen entre sí y están conectadas eléctricamente la una a la otra.

11. La transparencia (20) según la reivindicación 6, en donde la tira bimetálica (162) comprende una tira catódica (164) formada a partir de uno de los dos metales y una tira anódica (166) formada a partir de un segundo de los dos metales, y la tira catódica (164) tiene una resistividad mayor que la resistividad de la tira anódica (166), y la tira anódica (166) tiene una anchura mayor que una anchura de la tira catódica (164).
- 5 12. La transparencia (20) según la reivindicación 3, en donde el elemento sensor (220) es un par de alambres (222, 224) retorcidos el uno en torno al otro.
- 10 13. La transparencia (20) según la reivindicación 2, en donde el elemento sensor (84, 162, 220) es un primer sensor de humedad alargado (150) que tiene un primer extremo (150A) y un segundo extremo (150B) opuesto, y que comprende un segundo (151), un tercer (152) y un cuarto (153) sensores de humedad alargados; cada uno de los sensores de humedad alargados (150-153) comprende un primer extremo (150-153A) y un segundo extremo opuesto (150-153B), en donde el primer, el segundo, el tercer y el cuarto sensores de humedad alargados (150-153) están montados sobre una superficie principal de una de la pluralidad de láminas (22, 30) adyacente a un borde periférico (38) de la lámina (22, 30), en donde el segundo extremo del primer sensor de humedad alargado (150B) es adyacente y está separado del primer extremo del segundo sensor de humedad alargado (151A), el segundo extremo del segundo sensor de humedad alargado (151B) es adyacente y está separado del primer extremo del tercer sensor de humedad alargado (152A), el segundo extremo del tercer sensor de humedad alargado (152B) es adyacente y está separado del primer extremo del cuarto sensor de humedad alargado (153A), y el segundo extremo del cuarto sensor de humedad alargado (153B) es adyacente y está separado del primer extremo del primer sensor de humedad alargado (150A), en donde preferentemente el primer, el segundo, el tercer y el cuarto sensores alargados (150-153) forman un primer límite y la transparencia comprende además un segundo límite dentro de y separado del primer límite, y un tercer límite dentro y separado del segundo límite, en donde cada uno del segundo y el tercer límites comprende al menos un sensor de humedad alargado.
- 15 20 25 30 14. La transparencia (20) según la reivindicación 1, en donde la transparencia (20) se selecciona del grupo que consiste en una transparencia laminada de aeronave (20), ventanas de comercios y residencias, una ventana para un vehículo terrestre; una marquesina, una ventana de cabina y un parabrisas para cualquier tipo de vehículo aéreo y espacial, una ventana para cualquier depósito de agua superior o inferior, y una ventana para un lateral o puerta de visualización para cualquier tipo de recipiente, en donde, preferentemente, la pluralidad de láminas (22, 30) de la transparencia (20) se selecciona del grupo que consiste en láminas de plástico sin curar, láminas de vidrio recocido y láminas de vidrio reforzadas químicamente, transparentes, con color, revestidas y sin revestir.

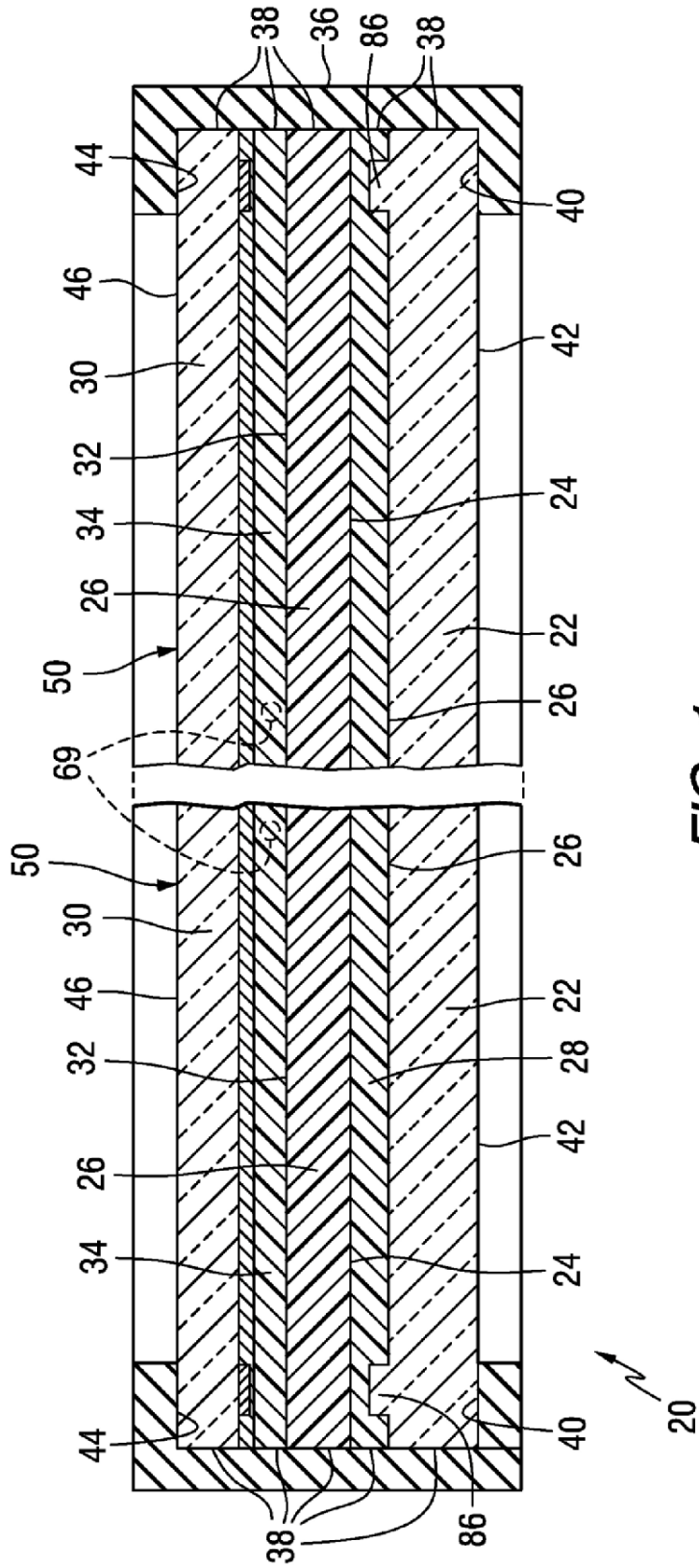


FIG. 1

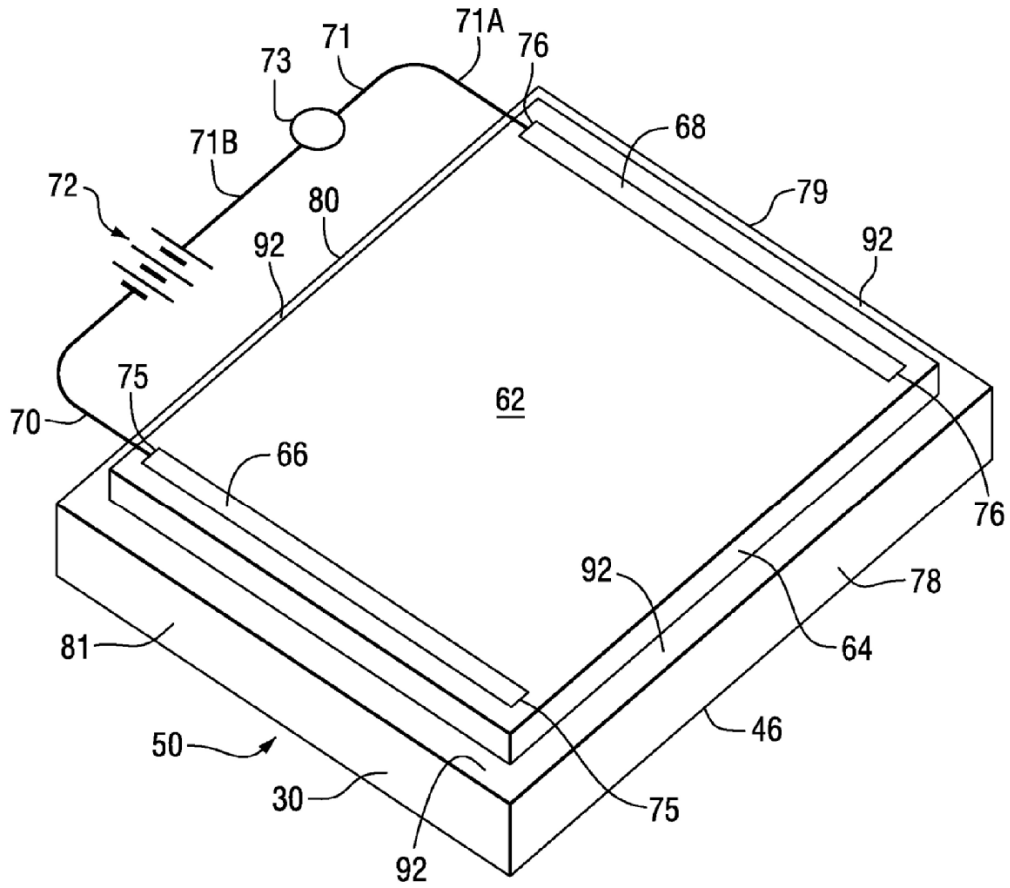


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

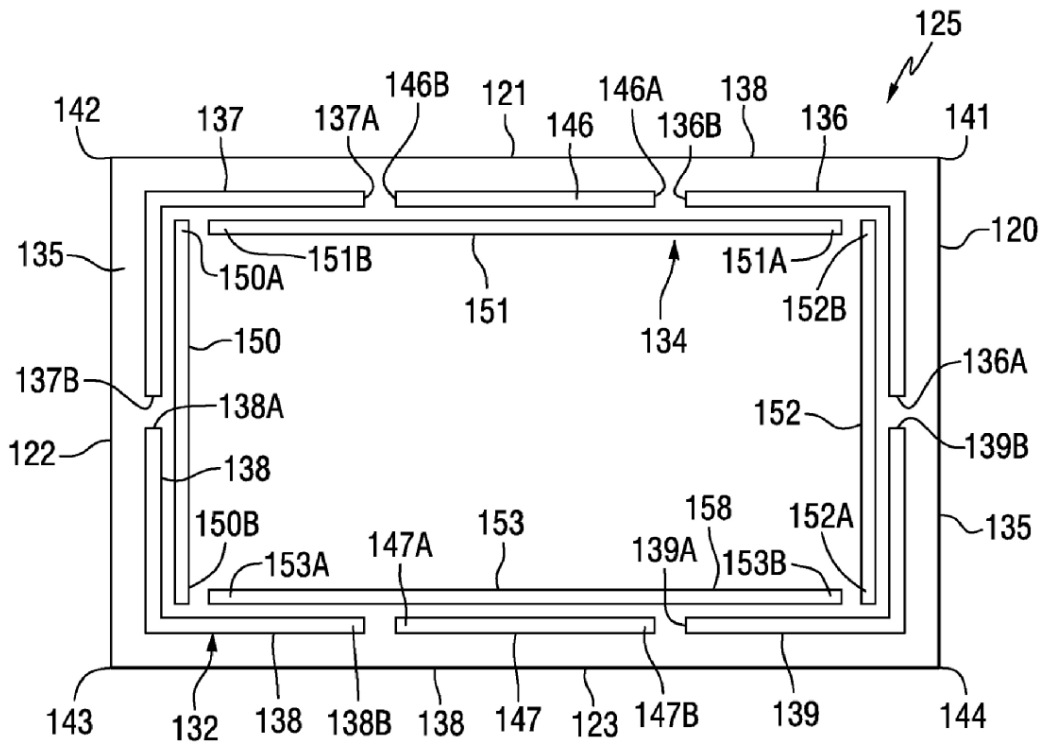
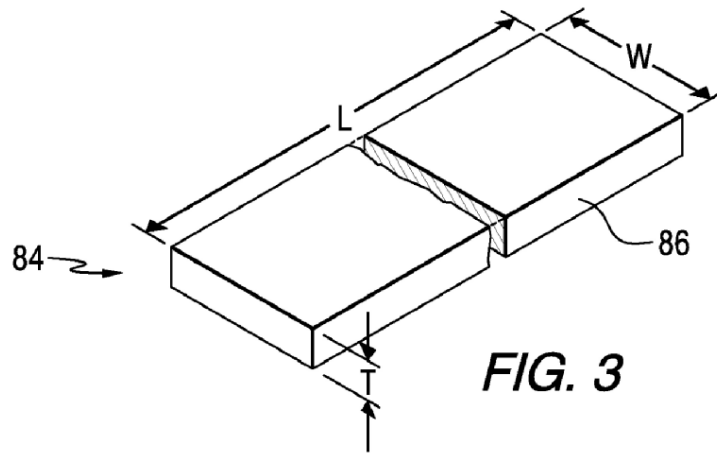


FIG. 5

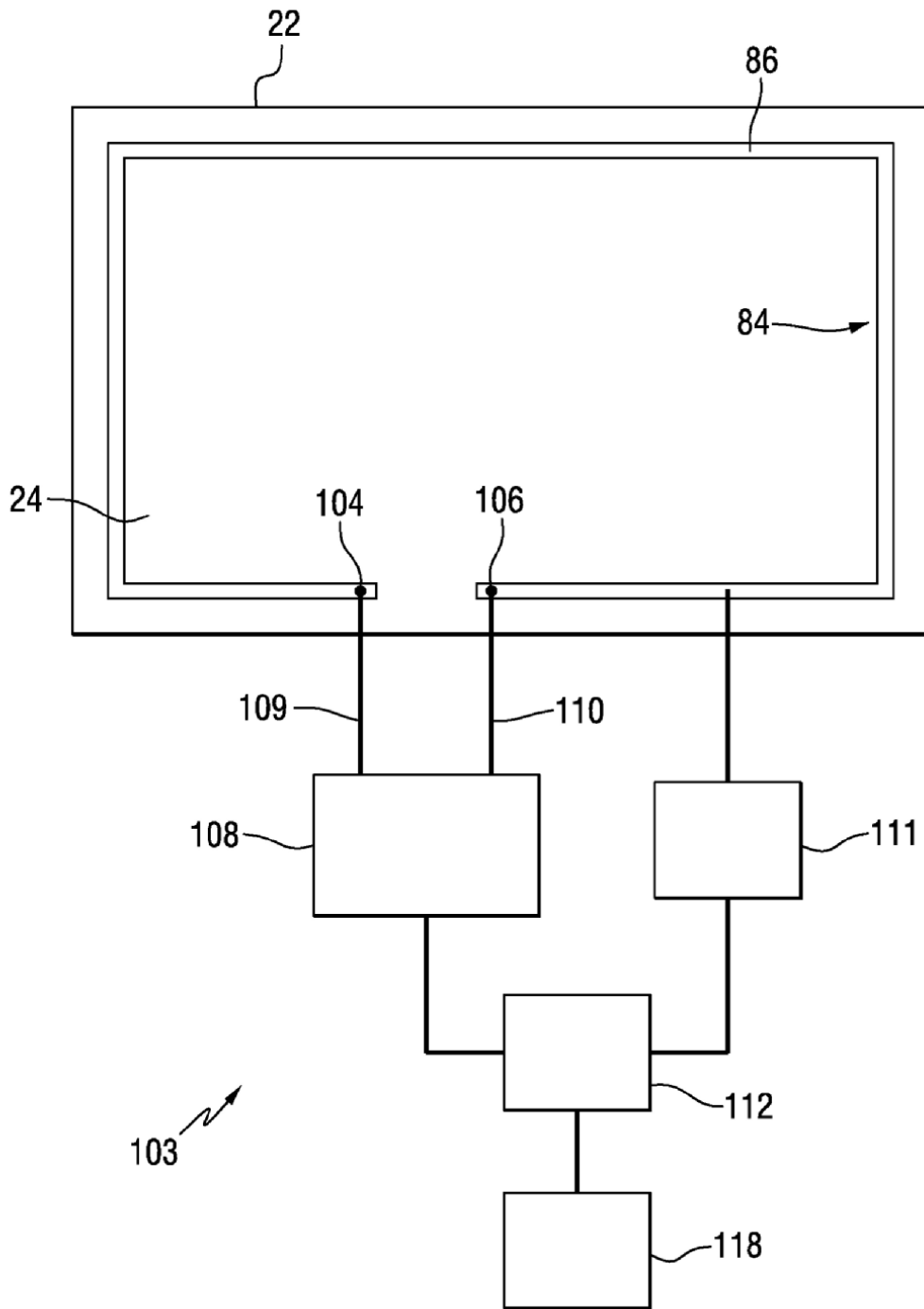
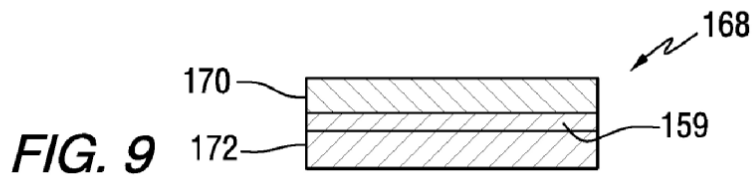
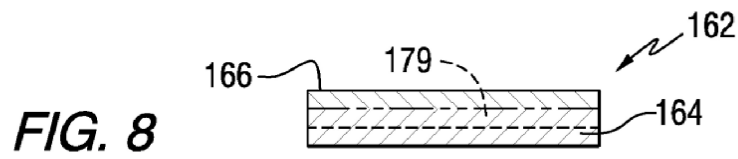
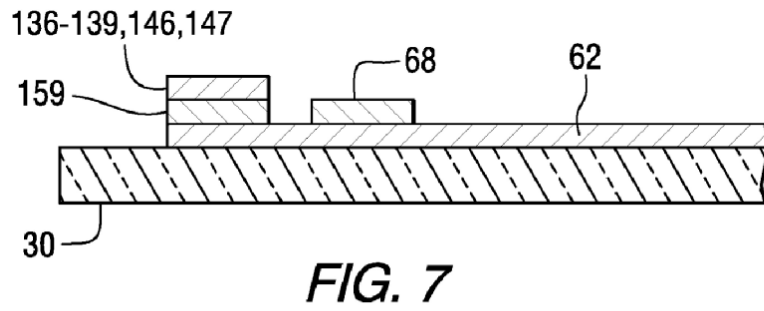
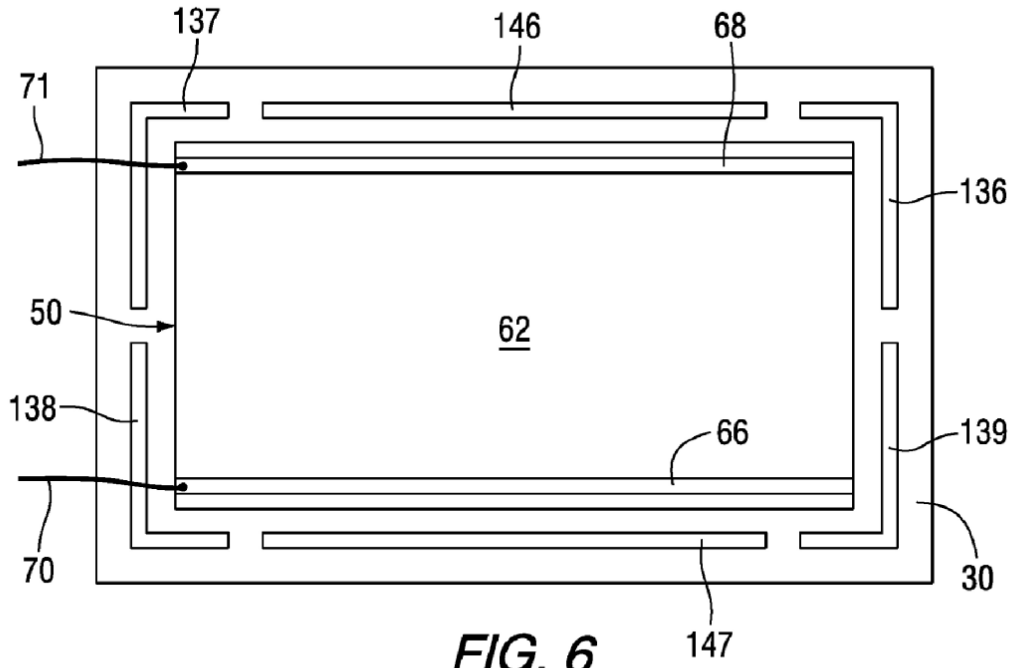


FIG. 4



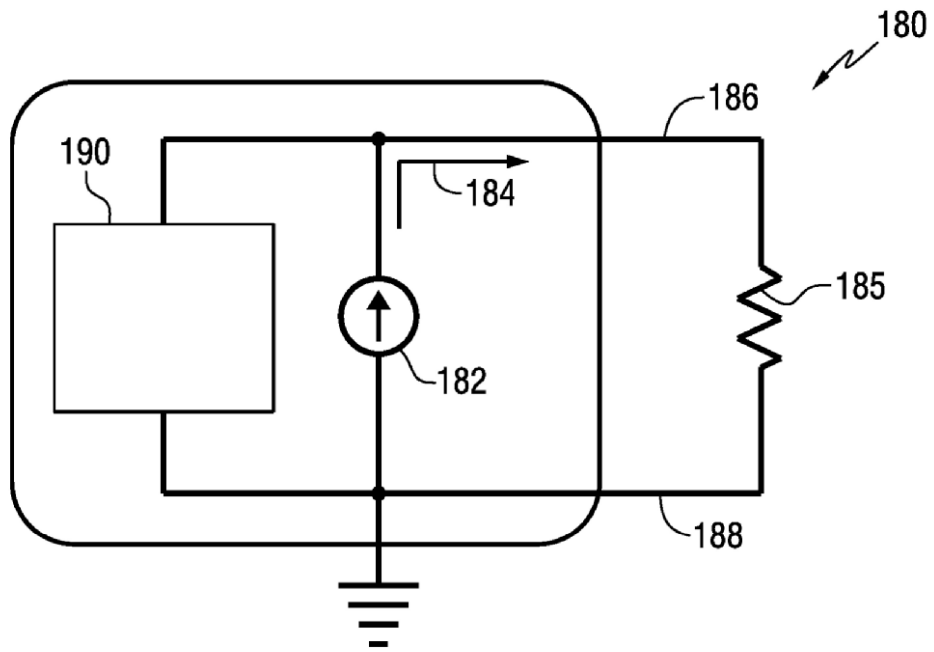


FIG. 10

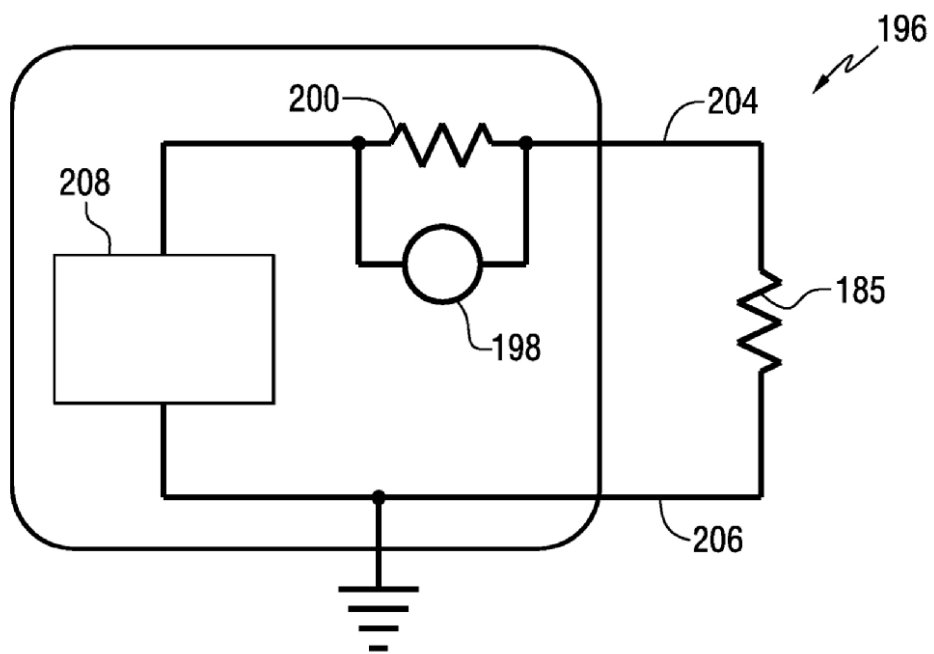


FIG. 11

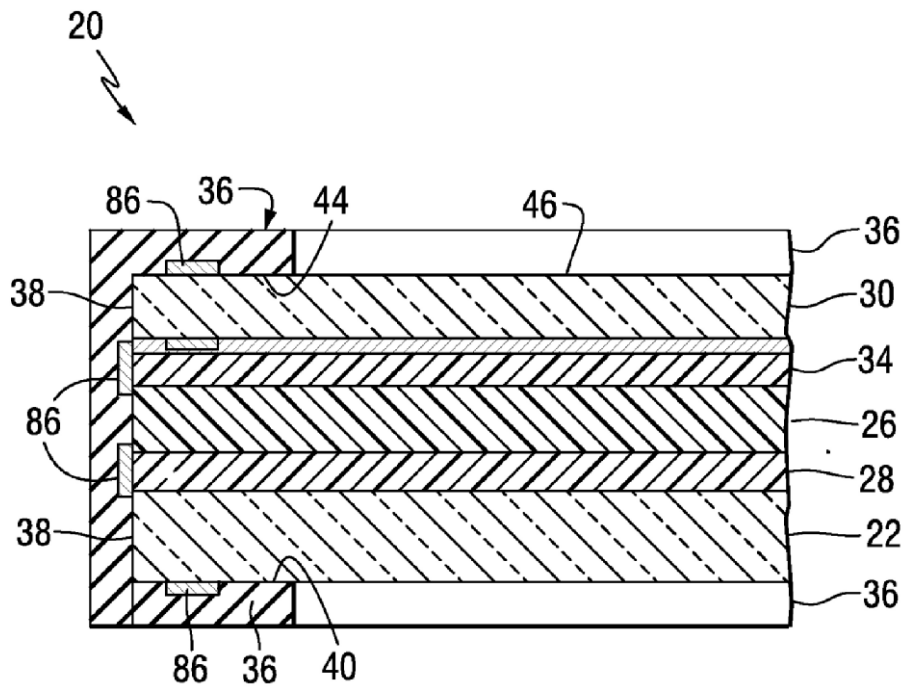


FIG. 12

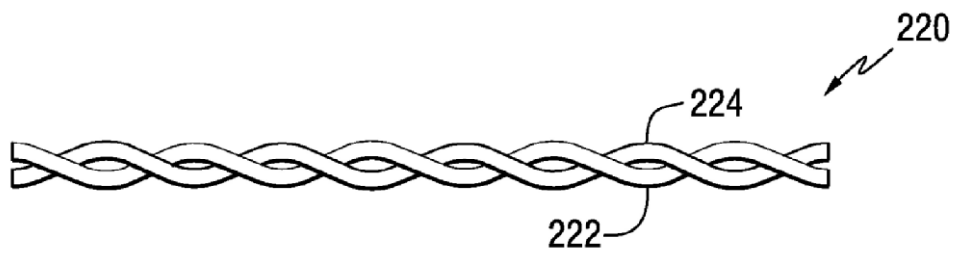


FIG. 13