

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 912**

51 Int. Cl.:

G01N 13/02 (2006.01)

G01N 11/00 (2006.01)

G01N 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2017** **PCT/CN2017/101347**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2018** **WO18059225**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2017** **E 17854675 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023** **EP 3431961**

54 Título: **Aparato de prueba y método de control para aparato de prueba**

30 Prioridad:

30.09.2016 CN 201610877233

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

06.05.2024

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION
WINDPOWER EQUIPMENT CO., LTD. (100.0%)
No. 19 Kangding Road, Beijing Economic &
Technological Development Zone, Daxing District
Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

**MA, SHENGJUN y
MA, WANSUN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 967 912 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

Aparato de prueba y método de control para aparato de prueba

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad con respecto a la solicitud de patente china n.º 201610877233.9, titulada "MAGNETIC POLE PART, FIBER-REINFORCED MATERIAL, TEST APPARATUS THEREFOR, AND CONTROL MEHTOD FOR TEST APPARATUS", presentada el 30 de septiembre de 2016 ante la Oficina estatal de propiedad intelectual de la República Popular China.

10 Campo técnico

La presente divulgación se refiere al campo técnico del llenado y curado de adhesivo en un proceso de moldeo para proteger un polo magnético de una máquina magnética permanente y, en particular, a un miembro de polo magnético, un material reforzado con fibra, un aparato de prueba y un método de control para el mismo.

15 Antecedentes

- 20 El documento JPH0694594A se refiere a un aparato para evaluar las características superficiales de una resina. La resina a evaluar se cuelga de un detector de carga y se vierte líquido en un recipiente para líquidos. Se controla el agua o un disolvente orgánico a una temperatura específica con un controlador de temperatura de circulación. Al variar continuamente la temperatura del líquido, puede medirse el ángulo de contacto dinámico de la resina.

- 25 La máquina magnética permanente es un aparato electromagnético que lleva a cabo una conversión mutua entre energía mecánica y energía eléctrica con un campo magnético como medio, y se aplica ampliamente en diversos escenarios. El magnetismo del material magnético permanente de la máquina magnética permanente es uno de los factores más importantes que influyen en el rendimiento de generación de energía de la máquina magnética permanente.

- 30 Se hace referencia a la Figura 1, que es un diagrama esquemático de una estructura parcial de un polo magnético permanente de una máquina magnética permanente.

- 35 El polo magnético permanente de la máquina magnética permanente incluye una pared 1 de yugo magnético, unas barras 2 de prensado y un miembro 3 de polo magnético. La pared 1 de yugo magnético tiene una forma generalmente cilíndrica. Las barras 2 de prensado preprocesadas se instalan en una pared periférica interior de la pared 1 de yugo magnético a través de sujetadores, tales como pernos 4 y similares. Las barras 2 de prensado se extienden a lo largo de la dirección axial y están distribuidas uniformemente a lo largo de la dirección circunferencial. Tras fijar las posiciones de las barras 2 de prensado, se empuja un miembro 3 de polo magnético a lo largo de la dirección axial hasta una correspondiente posición entre barras 2 de prensado adyacentes. La sección transversal de las barras 2 de prensado es generalmente trapezoidal. En concreto, dos paredes laterales de una barra 2 de prensado son superficies inclinadas del trapecioide. El miembro 3 de polo magnético está confinado a lo largo de una dirección radial dentro de un espacio trapezoidal formado entre las barras 2 de prensado adyacentes. El miembro 3 de polo magnético es un material magnético permanente. Los componentes principales del material magnético permanente son el neodimio, el hierro y el boro. El hierro y el neodimio presentes en el boro de hierro neodimio tienden a oxidarse, lo que provoca un cambio en el rendimiento magnético. Por lo tanto, generalmente se vierte un revestimiento protector 6 en una superficie del miembro 3 de polo magnético para evitar, en la medida de lo posible, la influencia del entorno externo sobre las propiedades magnéticas del miembro 3 de polo magnético, y en lo sucesivo en el presente documento se describe en detalle un proceso específico.

- 50 En primer lugar, se instala una bolsa de vacío en una pared interior de la pared 1 de yugo magnético. La bolsa de vacío y la pared 1 de yugo magnético forman una cavidad de molde. Las barras 2 de prensado y el miembro 3 de polo magnético están envueltos en la cavidad de molde. En general, se coloca previamente una capa de material reforzado con fibras en la superficie de las barras 2 de prensado, para aumentar la resistencia del revestimiento protector 6. Después, se bombea al vacío la cavidad de molde mediante una bomba de vacío, de modo que el material reforzado quede presionado firmemente contra la superficie de las barras 2 de prensado y el miembro 3 de polo magnético, y se extrae el aire residual entre el miembro 3 de polo magnético y la pared 1 de yugo magnético. A continuación, se vierte al vacío el adhesivo (tipo resina) en la cavidad de molde. La resina, cuando fluye a lo largo de la dirección axial desde un extremo al otro extremo de la cavidad de molde, impregna el material reforzado con fibras, llena un hueco entre el miembro 3 de polo magnético y la pared 1 de yugo magnético y un hueco entre el miembro 3 de polo magnético y las barras 2 de prensado, y cubre la superficie de las barras 2 de prensado y el miembro 3 de polo magnético. Una vez 60 llenada toda la cavidad de molde, incluidas las separaciones y los huecos, el adhesivo humedece e impregna la superficie de contacto con los objetos sólidos en la cavidad de molde, para controlar un proceso de curado para formar el revestimiento protector del material reforzado a base de resina.

- 65 El revestimiento protector 6 tiene, hasta cierto punto, un buen efecto de protección sobre el miembro 3 de polo magnético. Durante el uso a largo plazo, la humedad ambiente puede causar un cambio químico en la fibra y la matriz adhesiva, dando como resultado una disminución del rendimiento de la fibra y la matriz. La humedad puede entrar,

por difusión, en la interfaz entre el revestimiento protector 6 y la barra 2 de prensado, y en la interfaz entre el revestimiento protector 6 y el miembro 3 de polo magnético, provocando la exfoliación de la interfaz mutuamente unida y una disminución del rendimiento mecánico del material. En un ambiente donde la temperatura y la humedad cambian, se generan deformaciones y tensiones que generan desadaptaciones en el adhesivo debido a la expansión y contracción, influyendo en la deformación estructural y provocando daños al material.

En un proceso de moldeo resulta inevitable que haya muchos defectos, tales como microfisuras, en la interfaz unida. Cada microfisura tiene un estado diferente de estiramiento y contracción en la expansión por calentamiento y la contracción por enfriamiento, lo que resulta en una inconsistencia del coeficiente de expansión térmica durante el calentamiento y el enfriamiento. Las fisuras o el área de exfoliación aumentan gradualmente, reduciendo el rendimiento mecánico del revestimiento protector 6. Durante su uso, las moléculas de agua tienden a invadir primero los espacios libres y los defectos microscópicos, tales como agujeros, burbujas y microfisuras, presentes dentro del revestimiento protector 6, y por consiguiente, la humedad se absorbe rápidamente en una etapa temprana.

Por lo tanto, cómo perfeccionar la vida útil del revestimiento protector en la superficie del miembro de polo magnético de la máquina es un problema técnico urgente a resolver por los expertos en la materia.

Sumario

Para abordar la cuestión técnica anterior, se expone la invención en el conjunto de reivindicaciones adjuntas.

De este modo, cuando se utiliza el aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación, puede colocarse primero el miembro probado, tal como un material reforzado con fibra o un miembro de polo magnético, en una posición apropiada en la cavidad de colocación de adhesivo mediante el miembro de posicionamiento. La cavidad de colocación de adhesivo puede contener cierta cantidad de adhesivo. El sensor de temperatura de adhesivo puede enviar al controlador la temperatura de adhesivo en tiempo real. El controlador puede controlar el encendido o apagado del elemento de calentamiento de adhesivo, de modo que el adhesivo esté a las diferentes temperaturas. Y el miembro de captación puede adquirir información del menisco a diferentes temperaturas, calcular los correspondientes ángulos de contacto y, finalmente, mostrar la temperatura de adhesivo correspondiente al ángulo de contacto más pequeño.

El aparato de prueba puede adquirir los ángulos de contacto a diferentes temperaturas adhesivas entre el miembro probado y el adhesivo. La prueba demuestra que los ángulos de contacto entre el mismo miembro probado y el adhesivo son diferentes a diferentes temperaturas de adhesivo, y los ángulos de contacto de diferentes miembros probados son diferentes a la misma temperatura de adhesivo. La temperatura de adhesivo correspondiente al mejor ángulo de contacto de un determinado miembro probado puede determinarse en función del aparato de prueba. En general, cuanto menor sea el ángulo de contacto, mejor será el efecto humectante de un líquido sobre un sólido.

En concreto, mediante el aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación puede adquirirse de antemano la mejor temperatura de adhesivo del material reforzado con fibra y el miembro de polo magnético, en un proceso de inyección de pegamento durante un proceso de moldeo para proteger el polo magnético de una máquina magnética permanente, lo que facilita la adquisición de datos de factores críticos que influyen en el control de la calidad de moldeo del revestimiento protector.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura parcial de un polo magnético permanente de una máquina magnética permanente;

la Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de prueba para investigar la humectabilidad de un miembro de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la Figura 3 son curvas de variaciones de un miembro de equilibrado de peso frente al tiempo, a diferentes temperaturas de adhesivo;

la Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un miembro de polo magnético;

la Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de prueba de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;

la Figura 6 es un diagrama ampliado de la región A de la Figura 5;

la Figura 7 es un diagrama esquemático de las direcciones de flujo durante el mezclado de adhesivo cuando la pared superior es una cúpula;

la Figura 8 es un diagrama esquemático de un aparato de prueba; y

la Figura 9 es un diagrama de flujo de un método de control de acuerdo con la presente divulgación.

Señales de referencia en la Figura 1:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1: pared de yugo magnético; | 2: barra de prensado; |
| 3: miembro de polo magnético; | 4: perno; |
| 6: revestimiento protector. | |

5

Señales de referencia en las Figuras 2 a 8:

- | | |
|---|---|
| 10: recipiente; | 101: pared inferior; |
| 102: pared periférica; | 103: pared superior; |
| 104: carcasa exterior; | 104a: entrada; |
| 104b: salida; | 105: carcasa interior; |
| 11: sensor de temperatura de adhesivo; | 12: miembro de calentamiento de adhesivo; |
| 121: red de calentamiento; | 121a: extremo de cableado; |
| 122: cable de calentamiento; | 13: material reforzado con fibra; |
| 131: fibra transversal; | 132: fibra longitudinal; |
| 14: bastidor de suspensión; | 141: nervadura inferior de posicionamiento; |
| 142: nervadura intermedia de posicionamiento; | 143: nervadura superior de posicionamiento; |
| 15: cable de calentamiento; | |
| 15a: extremo de acceso de un extremo de cableado eléctrico o de una tubería de líquido; | |
| 16: sensor de temperatura de miembro; | 161: cable de termopar; |
| 162: sección de detección de temperatura de termopar; | |
| 17: miembro de equilibrado de peso; | 18: soporte; |
| 19: palanca; | 20: capa de desunión; |
| 21: vástago giratorio; | 22: controlador; |
| 23: sensor de temperatura interior; | 23a: cable de señal; |
| 31: microscopio estereoscópico; | 32: tarjeta de captación de imágenes; |
| 33: aparato de cámara; | 40: miembro de polo magnético; |
| 41: cuerpo magnético; | 100: adhesivo. |

Descripción detallada de las realizaciones

10

Para abordar el problema técnico de que "en un proceso práctico de formación en molde aparecen defectos, tales como microfisuras, que resultan en una disminución del rendimiento mecánico del revestimiento protector" mencionado en los antecedentes, se estudian y exploran a fondo varias etapas en la formación del revestimiento protector de acuerdo con la presente divulgación.

15

El revestimiento protector se moldea principalmente mediante un proceso de inyección de pegamento o un proceso de curado. Los dispositivos utilizados principalmente en el proceso de inyección de pegamento incluyen: una bomba de vacío, una válvula reguladora de prensado para la bomba de vacío, un tanque de compensación (un colector de adhesivo), un tanque de almacenamiento de adhesivo y una manguera de conexión. Bajo la acción de la bomba de vacío, se inyecta gradualmente el adhesivo en el tanque de almacenamiento de adhesivo a través de la manguera en una bolsa de vacío. Como se describe en los antecedentes, el adhesivo (tipo resina) se vierte al vacío en una cavidad de molde, y la resina, al fluir a lo largo de una dirección axial desde un extremo hacia el otro extremo de la bolsa de vacío, impregna un material reforzado con fibras, llena un hueco entre un miembro de polo magnético y una pared de yugo magnético y un hueco entre el miembro de polo magnético y las barras de prensado, y cubre la superficie de las barras de prensado y el miembro de polo magnético. Después de llenar toda la cavidad de molde, incluidas las separaciones y los huecos, el adhesivo humedece e impregna la superficie de contacto con los objetos sólidos en la cavidad de molde, para controlar el proceso de curado para formar el revestimiento protector del material reforzado a base de resina.

25

30

De acuerdo con la presente divulgación se ha descubierto que, además de la proporción del adhesivo, los factores que influyen en la calidad de moldeo del revestimiento protector incluyen, por ejemplo, la temperatura de adhesivo y la temperatura y el material de los miembros que están en contacto con el adhesivo, tales como el material reforzado con fibra y el miembro de polo magnético dentro de la bolsa de vacío, todos los cuales influyen en el moldeo del revestimiento protector.

35

Con respecto a cómo establecer una temperatura adhesiva adecuada de acuerdo con un material reforzado con fibra y un miembro de polo magnético específicos, para mejorar aún más la calidad de moldeo del revestimiento protector,

se llevan a cabo estudios exhaustivos de acuerdo con la presente divulgación y se proponen las siguientes soluciones técnicas basadas en los estudios.

Para que los expertos en la materia comprendan mejor las soluciones técnicas de acuerdo con la presente divulgación, en lo sucesivo en el presente documento se ilustra la presente divulgación con mayor detalle junto con los dibujos y realizaciones específicas.

Se hace referencia a la Figura 2, que es un diagrama estructural esquemático de un aparato de prueba para investigar la humectabilidad de un miembro de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Se proporciona un aparato de prueba para investigar la humectabilidad de un miembro de acuerdo con una realización de la presente divulgación, que incluye un recipiente 10. Dentro del recipiente 10 se proporciona una cavidad contenedora con una estructura cerrada. El recipiente 10 está provisto de una cavidad de colocación de adhesivo. La cavidad de colocación de adhesivo está configurada para contener un adhesivo líquido 100. La cavidad de colocación de adhesivo puede ser parte de la cavidad contenedora del recipiente 10, o puede ser independiente del recipiente 10, en concreto, la cavidad de colocación de adhesivo puede estar formada por un miembro independiente colocado en la cavidad contenedora del recipiente 10. En general, el recipiente 10 incluye una pared inferior 101, una pared lateral 102 y una pared superior 103, donde las tres paredes encierran la cavidad contenedora para retener el adhesivo 100. La cavidad de colocación de adhesivo es un espacio parcial de la cavidad contenedora.

El aparato de prueba incluye además un miembro de posicionamiento para colocar un miembro probado en una correspondiente posición dentro del recipiente 10. Durante la prueba, se ubica una parte del miembro probado dentro de la cavidad de colocación de adhesivo para que esté en contacto con el adhesivo.

El aparato de prueba incluye además un miembro de calentamiento de adhesivo 12, un sensor de temperatura de adhesivo 11, un miembro de captación y un controlador 22. El miembro de calentamiento de adhesivo 12 está dispuesto dentro o fuera de la cavidad de colocación de adhesivo, y está configurado para calentar el adhesivo 100. En concreto, el miembro de calentamiento de adhesivo 12 puede estar dispuesto dentro de la cavidad de colocación de adhesivo para calentar directamente el adhesivo 100, o puede estar dispuesto fuera de la cavidad de colocación de adhesivo para calentar indirectamente el adhesivo 100. El sensor de temperatura de adhesivo 11 está configurado para medir la temperatura del adhesivo 100 dentro de la cavidad de colocación de adhesivo. El sensor de temperatura de adhesivo 11 puede estar dispuesto en la pared inferior 101 de la cavidad de colocación de adhesivo.

El miembro de captación está configurado para adquirir información de un menisco formado entre el miembro probado y el adhesivo. El menisco está formado en la interfaz de contacto entre el miembro probado y el adhesivo, y es una superficie curva a lo largo de la cual asciende parte del adhesivo desde una superficie líquida del adhesivo hasta una superficie del miembro probado.

Un ángulo de contacto es un ángulo formado entre una dirección tangencial en un borde superior del menisco y una línea vertical.

El controlador 22 está configurado para controlar el funcionamiento del miembro de calentamiento de adhesivo 12 para hacer que el adhesivo esté a diferentes temperaturas, para calcular, de acuerdo con la información del menisco adquirida a las diferentes temperaturas, unos correspondientes ángulos de contacto entre el miembro probado y el adhesivo, y para adquirir una temperatura de adhesivo correspondiente al ángulo de contacto más pequeño.

De este modo, cuando se utiliza el aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación, puede colocarse primero el miembro probado, tal como un material reforzado con fibra 13 (tal como un material reforzado con fibra de vidrio) o un miembro de polo magnético 40, en una posición apropiada en la cavidad de colocación de adhesivo mediante el miembro de posicionamiento. La cavidad de colocación de adhesivo puede contener cierta cantidad de adhesivo 100. El sensor de temperatura de adhesivo 11 puede enviar al controlador 22 la temperatura del adhesivo 100 en tiempo real. El controlador 22 puede controlar además el encendido o apagado del elemento de calentamiento de adhesivo, de modo que el adhesivo esté a las diferentes temperaturas. Y el miembro de captación puede adquirir la información del menisco en diferentes condiciones de temperatura, calcular los correspondientes ángulos de contacto y, finalmente, adquirir la temperatura de adhesivo correspondiente al ángulo de contacto más pequeño.

El aparato de prueba puede adquirir los ángulos de contacto a diferentes temperaturas adhesivas entre el miembro probado y el adhesivo 100. La prueba demuestra que los ángulos de contacto entre el mismo miembro probado y el adhesivo 100 son diferentes a diferentes temperaturas de adhesivo, y los ángulos de contacto de diferentes miembros probados son diferentes a la misma temperatura de adhesivo. La temperatura de adhesivo correspondiente al mejor ángulo de contacto de un determinado miembro probado puede determinarse en función del aparato de prueba. En general, cuanto menor sea el ángulo de contacto, mejor será el efecto humectante.

En concreto, mediante el aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación puede adquirirse de antemano la mejor temperatura de adhesivo del material reforzado con fibra 13 y el miembro de polo magnético 40, en un proceso de inyección de pegamento durante un proceso de moldeo para proteger el polo magnético de una máquina magnética

permanente, lo que hace más fácil lograr una calidad de moldeo del revestimiento protector.

Basándose en la investigación anterior, se ha descubierto además que de acuerdo con la presente divulgación puede optimizarse aún más el ángulo de contacto entre el adhesivo 100 y el miembro probado al controlar en la humectación la temperatura del material reforzado con fibra y la temperatura del miembro de polo magnético 40, para lograr una buena coincidencia entre las temperaturas de un material cubierto (o el miembro probado) y el adhesivo 100. Por consiguiente, se mejora adicionalmente el aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación.

Además, el aparato de prueba puede incluir un calentador de miembro y un sensor de temperatura de miembro 16. El calentador de miembro está dispuesto dentro del miembro probado y está configurado para calentar una superficie cubierta del miembro probado. Opcionalmente, el calentador de miembro es un cable de calentamiento 15 que se embebe de antemano en el miembro probado. El cable de calentamiento 15 está configurado para calentar el miembro probado. Se toma como ejemplo de miembro probado un material reforzado con fibra de vidrio. El material reforzado con fibra de vidrio incluye un cuerpo de fibra y el cable de calentamiento 15. El cuerpo de fibra incluye fibras longitudinales 132 y fibras transversales 131. Las fibras longitudinales 132, las fibras transversales 131 y el cable de calentamiento 15 se tejen juntos para formar el material reforzado con fibra de vidrio. El cable de calentamiento 15 puede enrollarse de manera uniforme dentro del material reforzado con fibra de vidrio. Un extremo de acceso 15a de un extremo de cableado eléctrico sobresale de una parte superior del material reforzado con fibra de vidrio, para facilitar la conexión con un circuito externo.

El cable de calentamiento 15 se enrolla dentro de las fibras. En concreto, múltiples fibras envuelven el cable de calentamiento 15 para que el cable de calentamiento no quede expuesto, no esté en contacto directo con el adhesivo, y no cambie propiedad superficial alguna del material reforzado, tal como rugosidad y densidad en la superficie. De este modo, el cable de calentamiento no influye en las condiciones de contacto entre el material reforzado con fibras completo y el adhesivo.

Se hace referencia a la Figura 4, que es un diagrama estructural esquemático de un miembro de polo magnético 40.

De la misma manera, si el miembro probado es el miembro de polo magnético 40, el calentador de miembro puede embeberse dentro de un material de polo magnético durante la fabricación previa del miembro de polo magnético 40. Específicamente, el miembro de polo magnético puede incluir un cuerpo magnético 41. El cuerpo magnético 41 está compuesto principalmente por polvo metalúrgico y tiene la misma composición que el acero magnético convencional, del que no se habla más en el presente documento. El miembro de polo magnético 40 de acuerdo con la presente divulgación puede incluir además el calentador de miembro antes mencionado y el miembro de detección de temperatura antes mencionado. El calentador de miembro está dispuesto dentro del cuerpo magnético 41 para calentar el cuerpo magnético 41.

El calentador de miembro puede ser un cable de calentamiento, una varilla de calentamiento o un tubo de calentamiento. El calentador de miembro se embebe dentro del cuerpo magnético 41 durante la fabricación previa del cuerpo magnético 41, en concreto, cuando se prensa el polvo metalúrgico.

Se entiende que, para calentar la superficie exterior del cuerpo magnético 14 lo más uniformemente posible, el cable de calentamiento o el tubo de calentamiento pueden formarse uniformemente dentro del cuerpo magnético 41 y disponerse cerca de la superficie del cuerpo magnético 41, facilitando el calentamiento rápido del cuerpo magnético 41. El extremo de acceso 15a del extremo del cableado eléctrico o el tubo de líquido se extiende desde el interior hasta el exterior del cuerpo magnético 41 para la conexión a una fuente de calentamiento externa.

El calentador de miembro forma un elemento eléctrico de calentamiento continuo dentro del cuerpo magnético 41, lo que facilita una distribución uniforme del calor generado. O el calentador de miembro puede ser una estructura de red, formada por un elemento eléctrico de calentamiento, dentro del cuerpo magnético 41. La estructura de red comienza a generar calor rápidamente y facilita la distribución uniforme del calor generado. La estructura de red puede constituir múltiples vías de conexión en paralelo.

El calentador de miembro puede disponerse dentro del cuerpo magnético 41 de varias maneras, que no se numeran en el presente documento.

La superficie exterior del calentador de miembro puede cubrirse con un material aislante, para evitar la conducción entre el calentador de miembro y el cuerpo magnético 41.

Además, el cuerpo magnético 14 puede estar provisto de un sensor de humedad en su interior. Un miembro de detección de humedad del sensor de humedad está formado en la superficie del cuerpo magnético 41, y dentro del cuerpo magnético 41 está formado un cable del miembro de detección de humedad del sensor de humedad. Que el cable esté formado internamente no cambia la condición de la superficie del cuerpo magnético.

De la misma manera, el sensor de temperatura de miembro 16 está configurado para medir la temperatura superficial del miembro probado. El sensor de temperatura de miembro 16 puede disponerse en la superficie del miembro probado

y también puede embeberse dentro del miembro probado.

De la misma manera, se toman como ejemplo el material reforzado con fibra y el miembro de polo magnético 40, donde el sensor de temperatura de miembro está configurado para medir la temperatura superficial del cuerpo de fibra o el cuerpo magnético 41. Específicamente, el sensor de temperatura incluye una parte de detección de temperatura y una parte conductora. La parte de detección de temperatura está configurada para medir la temperatura, y al menos parte de la parte de detección de temperatura hace tope contra una superficie exterior del cuerpo de fibra o el cuerpo magnético 41. La parte conductora está embebida dentro del cuerpo magnético 41, un extremo de la parte conductora está conectado a la parte de detección de temperatura, y el otro extremo de la parte conductora está expuesto al exterior del cuerpo magnético 41.

El controlador 22 controla además el funcionamiento del calentador de miembro de modo que el miembro probado esté a diferentes temperaturas, adquiere información del menisco para diferentes gradientes de temperatura de una capa de unión entre el miembro probado y el adhesivo, calcula los correspondientes ángulos de contacto de acuerdo con la información del menisco, y adquiere la temperatura del miembro probado y la temperatura de adhesivo correspondiente al ángulo de contacto más pequeño.

Específicamente, una porción de extremo de la antes mencionada parte conductora del sensor de temperatura, que está conectada al exterior, puede sobresalir desde el interior del miembro probado a conectar al controlador 22. Específicamente, el sensor de temperatura de miembro 16 puede ser un sensor de termopar que incluye un cable 161 de termopar y una sección 162 de detección de temperatura de termopar. La sección 162 de detección de temperatura de termopar mide la temperatura superficial del miembro probado ubicado en el adhesivo.

En la realización, el sensor de temperatura de miembro 16 puede transferir la temperatura superficial del miembro probado al controlador 22, y el controlador 22 puede controlar el calentador de miembro embebido en el miembro probado para calentar el miembro probado. La prueba demuestra que el mismo miembro probado a la misma temperatura de adhesivo tiene diferentes ángulos de contacto a diferentes temperaturas superficiales del miembro probado. Tomando como ejemplo que el miembro probado sea un material reforzado con fibra de vidrio, la siguiente tabla muestra los ángulos de contacto entre el material reforzado con fibra de vidrio y el adhesivo 100 a la misma temperatura de adhesivo y diferentes temperaturas de superficie cubierta.

Tabla 1 Ángulos de contacto a diferentes temperaturas del material reforzado con fibra de vidrio y el adhesivo

Temperatura superficial del material reforzado con fibra de vidrio (°C)	20	30	40	50
Temperatura de adhesivo (°C)	30	30	30	30
Ángulo de contacto (°)	56	52	40	34

Además, el aparato de prueba de las realizaciones antes mencionadas puede incluir un sensor de temperatura interior 23, que se dispone dentro del miembro probado y se configura para medir la temperatura interna del miembro probado. Un extremo de salida de señal de un cable de señal 23a del sensor de temperatura interior 23 puede conectarse a un extremo de entrada de señal del controlador, y el controlador muestra en una pantalla de visualización la temperatura detectada por el sensor de temperatura interior. De este modo, de acuerdo con la temperatura detectada por el sensor de temperatura interior, un probador puede aprender fácilmente la potencia de calentamiento del calentador de miembro y la relación entre la potencia de calentamiento del calentador de miembro y la temperatura superficial del miembro probado, y puede adquirir la tasa de difusión térmica desde el interior hasta la superficie exterior del miembro probado y el grado de influencia de la temperatura del adhesivo exterior.

Además, el miembro de posicionamiento de acuerdo con la presente divulgación puede incluir una palanca 19. La palanca 19 puede girar alrededor de un punto de apoyo fijo. El miembro probado ubicado dentro de la cavidad de colocación de adhesivo está suspendido en un extremo de la palanca 19, y un miembro de equilibrado de peso 17 está dispuesto en otro extremo de la palanca 19. El miembro de equilibrado de peso 17 está configurado para equilibrar la fuerza sobre el miembro probado de modo que la palanca 19 esté en una posición equilibrada.

Opcionalmente, la palanca de acuerdo con la presente divulgación es una palanca 19 de brazos iguales, para facilitar los siguientes cálculos. Cabe señalar que la fuerza sobre el miembro probado dentro de la cavidad de colocación de adhesivo incluye la gravedad y la fuerza de flotación del adhesivo 100, y la fuerza de flotación apunta hacia arriba. Con respecto a la palanca 19 de brazos iguales, el peso del miembro de equilibrado de peso 17 es la suma vectorial de la fuerza de flotación y la fuerza de humectación sobre el miembro probado, cuando la palanca 19 está equilibrada. El miembro de equilibrado de peso 17 puede ser un bloque de peso marcado con un valor específico.

Para un miembro probado con un peso pequeño, generalmente se dispone además un bastidor de suspensión. El material reforzado con fibra se coloca de forma plana sobre el bastidor de suspensión. Un extremo superior del bastidor 14 de suspensión conecta con la palanca 19. Específicamente, el bastidor de suspensión incluye al menos una nervadura superior de posicionamiento 143, una nervadura inferior de posicionamiento 141 y una nervadura intermedia

de posicionamiento 142, donde el material reforzado con fibras se coloca de forma plana mediante las nervaduras de posicionamiento. Durante la prueba, se sitúa una sección de contacto superficial, entre el material reforzado con fibra 13 y el adhesivo 100, entre la nervadura inferior de posicionamiento 141 y la nervadura intermedia de posicionamiento 142. En concreto, la nervadura inferior de posicionamiento 141 está generalmente situada en un extremo del material reforzado con fibra 13 y sumergida dentro del adhesivo 100.

Se hace referencia a la Figura 3, que son curvas de variaciones del miembro de equilibrado de peso frente al tiempo a diferentes temperaturas del adhesivo.

Los experimentos muestran que, en un proceso de humectación gradual del miembro probado, la palanca 19 no siempre está equilibrada, y en la Figura 3 se muestran variaciones del miembro de equilibrado de peso 17 para mantener el equilibrio de la palanca 19. En la Figura 3, una curva S1 es una curva de variación correspondiente a la temperatura de adhesivo T_B , una curva S2 es una curva de variación correspondiente a la temperatura de adhesivo T_A , y T_A es mayor que T_B . El peso del miembro de equilibrado de peso 17 primero disminuye y luego aumenta gradualmente, hasta alcanzar un valor fijo. En concreto, hay un cambio en la viscosidad del adhesivo 100 en la cavidad de colocación de adhesivo. Tomando como ejemplo la curva S1, la viscosidad disminuye durante el período de 0 a τ_0 . En el momento en que la viscosidad del adhesivo disminuye al valor más pequeño, alcanza el mejor estado para fluir, en el que resulta más adecuado para la humectación e impregnación para reforzar el espacio entre el material y la superficie del miembro magnético; y la viscosidad aumenta durante el período desde τ_0 a τ_1 . A partir de esta figura puede observarse que, una vez que la masa del miembro de equilibrado de peso alcanza m_0 de nuevo, se acelera la tasa de cambio por unidad del peso del miembro de equilibrado de peso, en concreto, aumenta rápidamente la viscosidad del adhesivo.

Es más, en las curvas obtenidas en la prueba anterior puede observarse que τ_2 es mayor que τ_1 , en concreto, la curva S2 muestra que el momento en el que la viscosidad del adhesivo disminuye a un valor mínimo es posterior al de la curva S1. Esto quiere decir que, cuanto mayor sea la temperatura de adhesivo, más tardará en llegar el momento en el que la viscosidad disminuye al valor mínimo.

La prueba anterior muestra que, a cierta temperatura de adhesivo, se completan la inyección de adhesivo, el rellenado de huecos, la impregnación de la tela de fibra de vidrio, y la humectabilidad del miembro de polo magnético 40 permanente dentro de un intervalo de tiempo permitido, durante el cual la viscosidad aumenta y la fluidez disminuye y, por lo tanto, se adquiere un tiempo de inyección de pegamento razonable.

En las realizaciones anteriores, el aparato de prueba puede incluir además un soporte 18 que se apoya en el suelo o en el banco de pruebas. El punto de apoyo fijo de la palanca 19 está formado en la parte superior del soporte 18. En concreto, la palanca 19 está apoyada en la parte superior del soporte 18 y puede girar alrededor de la parte superior del soporte 18.

La palanca 19 y el soporte 18 se disponen fuera de la cavidad de colocación de adhesivo, y son cómodos de instalar. La palanca 19 puede conectarse al miembro probado mediante un cordón de tracción o una varilla de tracción. En concreto, se conecta un extremo inferior del cordón de tracción o la varilla de tracción a una porción superior del miembro probado, y un extremo superior del cordón de tracción o la varilla de tracción se pasa a través de un orificio en la pared superior de la cavidad de colocación de adhesivo, y se conecta a un correspondiente extremo de la palanca 19.

El aparato de prueba de acuerdo con las realizaciones antes mencionadas puede incluir además un miembro motorizado. El miembro motorizado está configurado para accionar el recipiente 10 de modo que gire alrededor de su eje central vertical. Específicamente, la pared inferior 101 del recipiente 10 puede fijarse sobre una plataforma y el miembro motorizado puede accionar la plataforma para que gire, logrando así la rotación del recipiente 10. El miembro motorizado puede ser un motor. Debido a que el volumen del aparato de prueba no es grande, la potencia del motor puede ser pequeña y puede funcionar con una batería. Cabe señalar que el miembro motorizado puede consistir en miembros tales como una bomba hidráulica y un motor, y la forma estructural específica del miembro motorizado no está limitada de acuerdo con la presente divulgación, siempre que pueda lograrse la rotación del recipiente 10. Aunque la Figura 2 solo muestra un vástago giratorio 21 conectado al miembro motorizado y no muestra el miembro motorizado, los expertos en la materia aún pueden apreciar la solución técnica de acuerdo con la presente divulgación.

De este modo, en la etapa inicial el miembro motorizado puede hacer girar el recipiente 10, y pueden mezclarse uniformemente el adhesivo 100 y el agente de curado contenidos en el recipiente 10. A continuación, se coloca el miembro probado en una posición apropiada en la cavidad de colocación de adhesivo para una prueba de humectabilidad.

Se hace referencia nuevamente a la Figura 2 junto con la Figura 7, donde la Figura 7 es un diagrama esquemático de las direcciones de flujo del adhesivo 100 durante el mezclado cuando la pared superior es una cúpula.

Una superficie interior de la pared superior del recipiente 10 tiene forma de cúpula. Cuando la mezcla del adhesivo 100 asciende a una posición predeterminada de la pared interior en forma de cúpula, caerá al interior de la cavidad de

colocación de adhesivo por gravedad. En concreto, la forma fluida del adhesivo 100 presenta una rotación circunferencial superpuesta con un rodamiento alternativo hacia arriba y hacia abajo, lo que facilita el rápido mezclado del adhesivo y el agente de curado.

- 5 En una realización opcional, el miembro de calentamiento de adhesivo 12 es una red de calentamiento distribuida uniformemente dentro de la cavidad de colocación de adhesivo, para facilitar el calentamiento del adhesivo 100 rápida y uniformemente.

- 10 Cabe señalar que el miembro de calentamiento de adhesivo 12 también puede ser un cable de calentamiento 122 dispuesto dentro de una pared interior del recipiente 10. Un extremo de cableado del cable de calentamiento 122 y un extremo 121a de cableado de la red 121 de calentamiento están expuestos al exterior del recipiente 10.

- 15 Pueden disponerse alternativamente la red 121 de calentamiento dispuesta dentro de la cavidad de colocación de adhesivo o el cable de calentamiento 122 dispuesto en la pared interior del recipiente 10, o ambos, complementándose de este modo entre sí.

- 20 En las realizaciones mencionadas anteriormente, la información del menisco adquirida por el miembro de captación del aparato de prueba puede ser una imagen o un vídeo del menisco. El puerto de salida de señal del miembro de captación se conecta con el extremo de entrada de señal del controlador 22, para transmitir al controlador 22 la imagen o el vídeo del menisco. El controlador 22 lleva a cabo un procesamiento de imágenes o de vídeo sobre la imagen o vídeo del menisco, para adquirir el ángulo de contacto entre el adhesivo y el miembro probado.

- 25 En la realización, el miembro de captación puede adquirir el ángulo de contacto de forma rápida y precisa, mejorando la eficiencia de la prueba y la precisión del análisis del resultado de una prueba.

- Se hace referencia a la Figura 5, que es un diagrama estructural esquemático de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. La Figura 6 es un diagrama ampliado de la sección A de la Figura 5.

- 30 En una realización específica, el miembro de captación incluye un aparato de cámara 33, un microscopio 31 y una tarjeta de captación de imágenes 32. El aparato de cámara 33 está configurado para adquirir una imagen del menisco. El microscopio 31 está configurado para ampliar la imagen del menisco adquirida por el aparato de cámara 33, y puede ser un microscopio estereoscópico. La tarjeta de captación de imágenes 32 recibe la imagen del menisco, que se amplía mediante el microscopio 31, y muestra claramente la imagen del menisco en una pantalla con una velocidad de muestreo determinada por el controlador 22.

- 35 La tarjeta de captación de imágenes 32 puede ser una tarjeta de captación de imágenes de alta velocidad. El aparato de cámara puede ser una cámara CCD. El microscopio 31 puede ser un microscopio estereoscópico. La cámara CCD del sistema de captación de imágenes CCD de alta velocidad se conecta con el microscopio estereoscópico 31 y se acopla con una cavidad aislante térmica, para observar y registrar un proceso de prueba dentro de la cavidad. La tarjeta de captación de imágenes 32 transmite al controlador 22 la imagen o el vídeo microscópicamente ampliados del menisco entre el adhesivo 100 (resina) y el aire. Un software autoprogramado está configurado en el controlador 22 para la visualización y captación en tiempo real. De acuerdo con los requisitos de la prueba, puede ajustarse un factor de ampliación de la imagen. El ángulo de contacto dinámico se adquiere midiendo directamente un ángulo del menisco.

- 45 La Figura 6 muestra un ángulo de contacto estático θ_a , un ángulo de contacto dinámico θ_b , y unas tensiones superficiales de líquido σ_a y σ_b , del miembro de polo magnético 40 a unas temperaturas T_A y T_B . El ángulo de contacto estático es un ángulo entre una línea tangencial del menisco y una dirección vertical cuando el miembro probado en estado sólido se encuentra verticalmente en el líquido, y el menisco aparece en dos lados del miembro probado en estado sólido debido a la acción capilar. Si se inserta una placa delgada hacia abajo (o en dirección opuesta) en un sumidero de líquido a una velocidad constante v , el menisco desciende y finalmente mantiene una forma estable, y el correspondiente ángulo de contacto es el ángulo de contacto dinámico. El ángulo de contacto dinámico es mayor que el ángulo de contacto estático, y aumenta con el aumento de la velocidad v de la placa delgada. En general, el ancho de una cara lateral (una cara lateral izquierda y una cara lateral derecha) del miembro de polo magnético 40 es 10 veces o más el ancho de una cara frontal (o una cara posterior), y puede despreciarse la influencia del límite de la cara frontal (o la cara posterior) del miembro de polo magnético 40 sobre el menisco de la cara lateral (la cara lateral izquierda y la cara lateral derecha) del miembro de polo magnético 40.

- 60 De acuerdo con la presente divulgación, la cara lateral izquierda y la cara lateral derecha del miembro de polo magnético están definidas con respecto a la posición del miembro en la Figura 4, y la cara lateral izquierda y la cara lateral derecha son las dos caras que tienen el área de superficie más grande.

- 65 Se sumerge parte del miembro de polo magnético 40 en el adhesivo 100 (resina y agente de curado). Se suspende de la palanca 19 otro extremo del miembro de polo magnético 40. Se mide la fuerza de tracción máxima requerida para que el miembro de polo magnético 40 salga de la superficie del líquido. La fuerza de tracción máxima es igual al peso del miembro de polo magnético 40 en el aire más la fuerza de humectación, $\text{Locos}\theta$, generada por el adhesivo

100 en la superficie del miembro de polo magnético 40, donde σ es la tensión superficial del líquido.

Si el miembro de polo magnético 40 está en el estado de equilibrio de la Figura 5, $F - Mg = L \cos \theta - F_b$.

5 F es la tracción de equilibrio, siendo su unidad el newton (símbolo N).

Mg es la gravedad del miembro de polo magnético 40, siendo su unidad el newton (símbolo N).

F_b es una fuerza de flotabilidad, siendo su unidad el newton (símbolo N).

10 $L \cos \theta$ es la fuerza de humectación, siendo su unidad el newton (símbolo N).

$F_b = \rho g S h$, siendo su unidad el newton (símbolo N).

15 L es un perímetro mojado de un sólido a comprobar, siendo su unidad el metro (símbolo m).

θ es el ángulo de contacto, siendo su unidad el grado.

σ es la tensión superficial del líquido, siendo su unidad el newton por metro (símbolo N/m).

20 ρ es una densidad del líquido, siendo su unidad el kilogramo por metro cúbico (símbolo kg/m³).

S es el área inferior del sólido, siendo su unidad el metro cuadrado (símbolo m²).

25 H es la profundidad a la que se sumerge el sólido en el líquido, siendo su unidad el metro (símbolo m).

De este modo, el ángulo de contacto se calcula mediante un método de medición de una fuerza. Cuando la línea de contacto trifásica se mueve hacia delante (al agregarse uniformemente pesos con una masa pequeña) y hacia atrás (al eliminar uniformemente pesos con una masa pequeña) a una velocidad constante, el ángulo de contacto dinámico se mide como $\theta = \arcsin[(F + F_b)/(L \cdot \sigma)]$. Los pesos pueden fabricarse para que sus masas sean pequeñas, para poder agregar o eliminar uniformemente.

Para reducir al máximo la pérdida de energía en la prueba antes mencionada, el recipiente 10 del aparato de prueba antes mencionado incluye una carcasa exterior 104 y una carcasa interior 105. La cavidad de colocación de adhesivo está formada dentro de la carcasa interior 105. La cavidad termoaislante está formada entre la carcasa exterior 104 y la carcasa interior 105. La cavidad termoaislante contiene un material termoaislante.

O bien, la carcasa exterior 104 está provista de una entrada 104a y una salida 104b que están en comunicación con la cavidad termoaislante. La entrada 104a y la salida 104b pueden estar conectadas a un circuito de medio termoaislante externo. El medio termoaislante contenido en el circuito de medio termoaislante externo puede ser gas o líquido.

El material termoaislante o el medio termoaislante facilita el aislamiento entre la cubierta interior y el entorno externo. El material termoaislante y el medio termoaislante pueden bloquear eficazmente la transmisión térmica entre el interior de la carcasa interior y el entorno exterior. En particular, el recipiente 10 puede mejorar en gran medida la eficiencia de una prueba cuando el aparato de prueba se aplica en un ambiente con baja temperatura.

De forma adicional, la cavidad de colocación de adhesivo del recipiente 10 puede incluir además una cavidad de gas. La cavidad de gas está situada alrededor de la cavidad de colocación de adhesivo o encima de la cavidad de colocación de adhesivo. La cavidad de gas está configurada para ser llenada con un gas que cumpla las condiciones de prueba. De este modo, la cavidad de gas se llena con gas húmedo o gas seco, para simular un entorno de procesamiento práctico. En particular, el aparato de prueba puede simular la influencia de la humedad del entorno de instalación sobre el adhesivo 100, bajo una condición de procesamiento práctica en la que el miembro de polo magnético 40 entra en un proceso de instalación partiendo de un entorno de conservación seco, para verificar la influencia de un entorno húmedo sobre la fuerza de adhesión del adhesivo y el ángulo de contacto.

Para que un probador pueda observar directamente la condición de humectación del adhesivo 100 y el miembro probado en el recipiente 10 más fácilmente, el recipiente 10 puede estar hecho total o parcialmente de un material transparente.

60 Cabe señalar que, para reducir la fricción entre la mezcla del adhesivo 100 y la pared interior de la cavidad de colocación de adhesivo, puede disponerse una capa de desunión 20 formada por un material de desunión en la pared interior de la cavidad de colocación de adhesivo.

65 El aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación puede ajustar la energía superficial del material probado calentando el miembro probado (tal como el material reforzado con fibra de vidrio y el miembro de polo magnético 40),

ajustar la temperatura, la viscosidad y la energía superficial de un líquido, tal como el adhesivo en contacto con el miembro probado, y buscar una temperatura a la cual el adhesivo 100 humedezca bien el miembro probado. En concreto, el aparato de prueba de acuerdo con la presente divulgación es capaz de controlar activamente una diferencia de temperatura de una interfaz de contacto sólido-líquido cuando el miembro de polo magnético 40 y el material reforzado con fibra de vidrio están individual o colectivamente en contacto con el adhesivo.

En general, el adhesivo que se adhiere al miembro probado es el adhesivo situado dentro de una distancia predeterminada con respecto a la superficie cubierta. En el campo técnico, el adhesivo dentro del intervalo de distancia predeterminado se define como una capa c de unión.

Se hace referencia completa a la Figura 8, que es un diagrama esquemático de un aparato de prueba.

En las realizaciones mencionadas anteriormente, el sensor de temperatura de adhesivo 11 puede estar dispuesto en un límite de la capa c de unión formada por el adhesivo y el miembro probado, para determinar con precisión un gradiente de temperatura formado por el miembro probado y el adhesivo.

Cabe señalar que el gradiente de temperatura es una relación entre la diferencia de temperatura entre la superficie del miembro probado y el adhesivo y el espesor de la capa de unión. El espesor de la capa de unión es del orden de unos milímetros, tal como un espesor dentro del intervalo de 2 mm.

Se hace referencia a la Figura 9, que es un diagrama de flujo de un método de control de acuerdo con la presente divulgación.

Basándose en el aparato de prueba antes mencionado, se proporciona un método de control de acuerdo con la presente divulgación, y el método de control incluye específicamente las siguientes etapas.

En la etapa S1, se controlan la temperatura de adhesivo y la temperatura superficial del miembro probado, para controlar los gradientes de temperatura de la capa de unión entre el adhesivo y el miembro probado.

En la etapa S2, se adquieren múltiples grupos de ángulos de contacto formados entre el adhesivo y el miembro probado en los diferentes gradientes de temperatura, y la temperatura del miembro probado y la temperatura de adhesivo correspondiente al ángulo de contacto más pequeño sirven como parámetros de control para formar un revestimiento protector.

En general, la temperatura de la interfaz de contacto del miembro probado y la temperatura de adhesivo correspondiente al ángulo de contacto estático más pequeño se seleccionan para que sirvan como temperatura del pegamento inyectado en la bolsa de vacío y como temperatura superficial del material reforzado con fibra de vidrio, o del miembro de polo magnético 40, en una condición operativa práctica de inyección de pegamento.

Como se ha descrito anteriormente, los ángulos de contacto en los diferentes gradientes de temperatura pueden obtenerse adquiriendo la información del menisco formado entre el miembro probado y el adhesivo y calculando el ángulo de contacto de acuerdo con la información del menisco.

El resultado de las pruebas y la investigación del presente documento es instructivo para la técnica de moldeo del revestimiento protector del polo magnético de la máquina magnética permanente. En concreto, el método de prueba antes mencionado se utiliza para encontrar la mejor temperatura mutua, un método de medición novedoso de la misma, y un grado seco (o una humedad relativa) para la humectabilidad del adhesivo 100 sobre el material reforzado con fibra 13 y el miembro de polo magnético 40 (acero magnético), y para crear un estado superficial ajustable de un material objetivo necesario para las condiciones de prueba.

El efecto beneficioso del aparato de prueba se ha presentado anteriormente tomando un ejemplo en el que el miembro probado es el miembro de polo magnético 40 y el material reforzado con fibra 13. Cabe señalar que el aparato de prueba puede aplicarse a otros miembros probados de acuerdo con la presente divulgación.

Anteriormente en el presente documento se han presentado en detalle el miembro de polo magnético, el material reforzado con fibra, el aparato de prueba y el método de control del mismo de acuerdo con la presente divulgación. En la presente divulgación se aplican realizaciones específicas para ilustrar el principio y las realizaciones de la presente divulgación, y la ilustración de las realizaciones anteriores sirve para ayudar a comprender el método y los conceptos clave de la presente divulgación. Cabe señalar que los expertos en la materia pueden hacer diversas mejoras y modificaciones a la presente divulgación sin apartarse del principio de la presente divulgación, y las mejoras y modificaciones se encuentran dentro del alcance de protección de las reivindicaciones de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de prueba para investigar la humectabilidad de un miembro, que comprende:

- 5 un recipiente (10), en donde dentro del recipiente (10) se proporciona una cavidad de colocación de adhesivo configurada para contener un adhesivo (100);
un miembro de posicionamiento, configurado para colocar un miembro probado en la cavidad de colocación de adhesivo del recipiente (10), de modo que una parte del miembro probado quede colocada en el adhesivo;
un miembro de calentamiento de adhesivo (12), dispuesto dentro o fuera de la cavidad de colocación de adhesivo y configurado para calentar el adhesivo (100);
10 un sensor de temperatura de adhesivo (11), configurado para medir la temperatura de adhesivo dentro de la cavidad de colocación de adhesivo;
un miembro de captación, configurado para adquirir información de un menisco formado entre el miembro probado y el adhesivo (100); y
15 un controlador (22), configurado para controlar el funcionamiento del miembro de calentamiento de adhesivo (12) para hacer que el adhesivo (100) esté a diferentes temperaturas, para calcular, de acuerdo con la información adquirida del menisco a las diferentes temperaturas, los correspondientes ángulos de contacto entre el miembro probado y el adhesivo (100), y para adquirir una temperatura del adhesivo (100) correspondiente a un ángulo de contacto más pequeño,
20 caracterizado por comprender además un calentador de miembro y un miembro de detección de temperatura (16), en donde:
el calentador de miembro está dispuesto dentro del miembro probado y está configurado para calentar una superficie cubierta del miembro probado;
el sensor de temperatura de miembro (16) está configurado para medir la temperatura superficial del miembro probado en contacto con el adhesivo; y
25 el controlador (22) está configurado además para controlar el funcionamiento del calentador de miembro para hacer que el miembro probado esté a diferentes temperaturas, adquiere la información del menisco para diferentes gradientes de temperatura de una capa de unión entre el miembro probado y el adhesivo, calcula los correspondientes ángulos de contacto de acuerdo con la información del menisco, y adquiere la temperatura del miembro probado y la temperatura del adhesivo correspondiente al ángulo de contacto más pequeño.

2. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el calentador de miembro se embebe de antemano dentro del miembro probado; el miembro de detección de temperatura (16) comprende una parte de detección de temperatura y una parte conductora; la parte de detección de temperatura está configurada para medir una temperatura, y al menos una parte de la parte de detección de temperatura hace tope contra la superficie cubierta del miembro probado; y la parte conductora está embebida dentro del miembro probado, un extremo de la parte conductora está conectado a la parte de detección de temperatura, y otro extremo de la parte conductora se extiende fuera del interior del miembro probado para la conexión al controlador (22).

3. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además un sensor de temperatura interior, que está dispuesto dentro del miembro probado y está configurado para detectar una temperatura interna del miembro probado.

4. El aparato de prueba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el miembro de posicionamiento comprende:

una palanca (19), capaz de girar alrededor de un punto de apoyo fijo, en donde el miembro probado ubicado dentro de la cavidad de colocación de adhesivo se suspende en un extremo de la palanca (19), un miembro (17) de equilibrado de peso está dispuesto en otro extremo de la palanca (19), y el miembro (17) de equilibrado de peso está configurado para equilibrar una fuerza sobre el miembro probado de modo que la palanca (19) esté en una posición equilibrada,
50 en donde el aparato de prueba comprende además un soporte (18) que se apoya en el suelo o un banco de pruebas, en donde el punto de apoyo fijo de la palanca (19) está formado en la parte superior del soporte (18).

5. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el recipiente (10) comprende una pared inferior (101), una pared periférica (102) y una pared superior (103), y la pared inferior (101), la pared periférica (102) y la pared superior (103) encierran una cavidad contenedora, y la cavidad de colocación de adhesivo es parte de la cavidad contenedora; y el aparato de prueba comprende además un cordón de tracción o una varilla de tracción, un extremo inferior del cordón de tracción o la varilla de tracción se conecta a una porción superior del miembro probado, y un extremo superior del cordón de tracción o la varilla de tracción se pasa a través de un orificio en la pared superior y se conecta a un correspondiente extremo de la palanca (19), y
60 en donde la cavidad contenedora del recipiente (10) comprende además una cavidad de gas, la cavidad de gas está situada alrededor de la cavidad de colocación de adhesivo o encima de la cavidad de colocación de adhesivo, y la cavidad de gas está configurada para llenarse con un gas que cumple una condición de prueba.

6. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un miembro motorizado, en donde

el miembro motorizado está configurado para accionar el recipiente (10) de modo que gire alrededor de un eje central vertical del mismo, en donde:

- 5 el miembro de calentamiento de adhesivo (12) es una red (121) de calentamiento distribuida uniformemente dentro de la cavidad de colocación de adhesivo; y/o
el miembro de calentamiento de adhesivo (12) está dispuesto dentro de una pared interior del recipiente (10), y un extremo de cableado del miembro de calentamiento de adhesivo (12) está expuesto al exterior del recipiente (10).
- 10 7. El aparato de prueba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y 6, en donde la información del menisco adquirida por el miembro de captación es una imagen o un vídeo del menisco, un puerto de salida de señal del miembro de captación se conecta a un extremo de entrada de señal del controlador (22) y transmite la imagen o el vídeo del menisco al controlador (22), y el controlador (22) lleva a cabo el procesamiento de imágenes o de vídeo en la imagen o el vídeo del menisco para adquirir los ángulos de contacto entre el adhesivo y el miembro probado.
- 15 8. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el miembro de captación comprende un aparato de cámara (33), un microscopio (31) y una tarjeta de captación de imágenes (32);
el aparato de cámara (33) está configurado para adquirir la imagen del menisco; el microscopio (31) está configurado para ampliar la imagen del menisco adquirida por el aparato de cámara (33); y la tarjeta de captación de imágenes (32) recibe la imagen del menisco, que se amplía mediante el microscopio (31), y muestra la imagen del menisco en
20 una pantalla con una velocidad de muestreo determinada por el controlador (22).
- 25 9. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el calentador de miembro es un cable de calentamiento (15), el miembro probado es un material reforzado con fibras (13) que se teje mediante el cable de calentamiento (15) y una pluralidad de fibras, y el cable de calentamiento (15) se envuelve dentro de las fibras; y el aparato de prueba comprende además un bastidor de suspensión (14), el material reforzado con fibras (13) se coloca de manera plana sobre el bastidor de suspensión (14), y un extremo superior del bastidor de suspensión (14) se conecta a la palanca (19).
- 30 10. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el recipiente (10) comprende una carcasa exterior (104) y una carcasa interior (105), la cavidad de colocación de adhesivo está formada dentro de la carcasa interior (105), una cavidad termoaislante está formada entre la carcasa interior (104) y la carcasa exterior (105), y la cavidad termoaislante contiene un material termoaislante; o
la carcasa exterior (104) está provista de una entrada (104a) y una salida (104b), que están en comunicación con la
35 cavidad termoaislante, y la entrada (104a) y la salida (104b) se conectan a un circuito externo de medio termoaislante.
11. El aparato de prueba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y 6, en donde el sensor de temperatura de adhesivo (11) está dispuesto en un límite de una capa de unión formada por el adhesivo y el miembro probado.
- 40 12. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el miembro probado es un miembro de polo magnético (40) o un material reforzado con fibra,

en donde el miembro de polo magnético (40) comprende:
un cuerpo magnético (41);
45 en donde el calentador de miembro está dispuesto dentro del cuerpo magnético (41) y configurado para calentar el cuerpo magnético (41); y
el sensor de temperatura de miembro está configurado para medir la temperatura superficial del cuerpo magnético (41), y
en donde el material reforzado con fibras comprende:
50 un cuerpo de fibras;
en donde el calentador de miembro está dispuesto dentro del cuerpo de fibra y está configurado para calentar el cuerpo de fibras; y
el sensor de temperatura de miembro está configurado para medir la temperatura superficial del cuerpo de fibras.
- 55 13. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el calentador de miembro está formado uniformemente dentro del cuerpo magnético (41) y está dispuesto cerca de una superficie del cuerpo magnético (41),

en donde una superficie exterior del elemento calentador está envuelta por un material aislante,
en donde el calentador de miembro es un cable de calentamiento, una varilla de calentamiento, o un tubo de
60 calentamiento de líquido, o el calentador de miembro forma un elemento eléctrico de calentamiento continuo dentro del cuerpo magnético (41), o el calentador de miembro es una estructura de red formada dentro del cuerpo magnético (41) por un elemento eléctrico de calentamiento,
en donde el miembro de detección de temperatura comprende una parte de detección de temperatura y una parte conductora; la parte de detección de temperatura está configurada para medir una temperatura, y al menos una
65 parte de la parte de detección de temperatura hace tope contra una superficie exterior del cuerpo magnético (41); y la parte conductora está embebida dentro del cuerpo magnético (41), un extremo de la parte conductora está

conectado a la parte de detección de temperatura, y el otro extremo de la parte conductora está expuesto al exterior del cuerpo magnético (41), y
 en donde el aparato de prueba comprende además un sensor de temperatura interior, dispuesto dentro del cuerpo magnético (41) y configurado para detectar la temperatura interna del cuerpo magnético (41).

5 14. El aparato de prueba de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el calentador de miembro está envuelto uniformemente dentro del material reforzado con fibras y dispuesto cerca de una superficie del material reforzado con fibras,

10 en donde el calentador de miembro es un cable de calentamiento (15), el cuerpo de fibras comprende una pluralidad de fibras, el cable de calentamiento (15) y las fibras se tejen juntos para formar el material reforzado con fibras, y el cable de calentamiento (15) está envuelto por las fibras, y
 en donde el miembro de detección de temperatura comprende una parte de detección de temperatura y una parte conductora; la parte de detección de temperatura está configurada para medir una temperatura, y al menos una
 15 parte de la parte de detección de temperatura hace tope contra una superficie exterior del material reforzado con fibras; la parte conductora está embebida dentro del cuerpo de fibras, un extremo de la parte conductora está conectado a la parte de detección de temperatura, y el otro extremo de la parte conductora está expuesto al exterior del cuerpo de fibra, y
 en donde el aparato de prueba comprende además un sensor de temperatura interior, dispuesto dentro del cuerpo
 20 de fibras y configurado para detectar la temperatura interna del cuerpo de fibras.

15. Un método de control para el aparato de prueba de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende:

25 controlar la temperatura del adhesivo y la temperatura superficial del miembro probado, para controlar los gradientes de temperatura de la capa de unión entre el adhesivo y el miembro probado; y
 adquirir una pluralidad de grupos de ángulos de contacto formados entre el adhesivo y el miembro probado en los diferentes gradientes de temperatura, en donde la temperatura del miembro probado y la temperatura de adhesivo, correspondiente al ángulo de contacto más pequeño, sirven como parámetros de control para formar una
 30 revestimiento protector.

16. El método de control de acuerdo con la reivindicación 15, en donde los ángulos de contacto en los gradientes de temperatura se obtienen adquiriendo la información del menisco formado entre el miembro probado y el adhesivo y calculando los ángulos de contacto de acuerdo con la información del menisco, en donde la información del menisco
 35 es una imagen o un vídeo del menisco que se adquiere mediante un aparato de cámara.

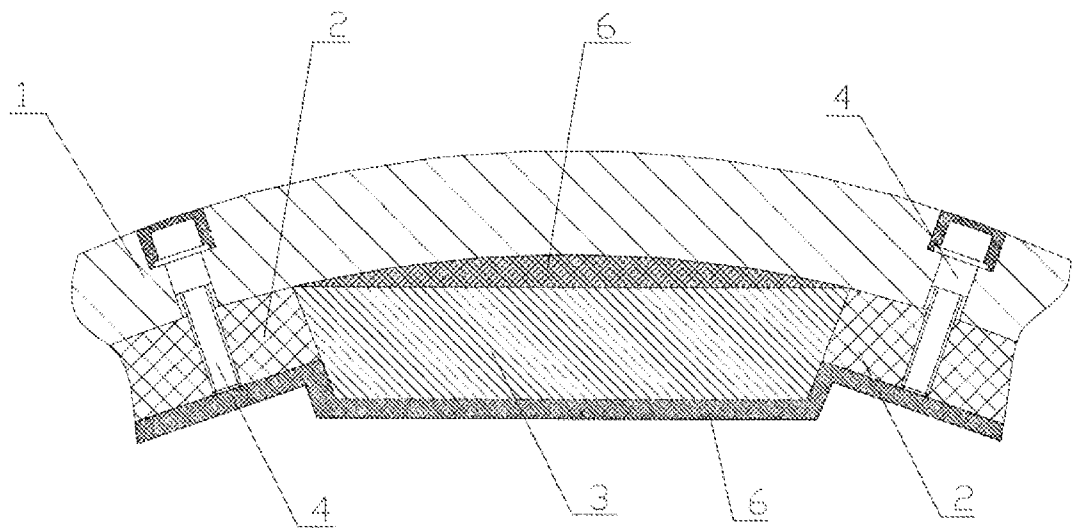


Figura 1

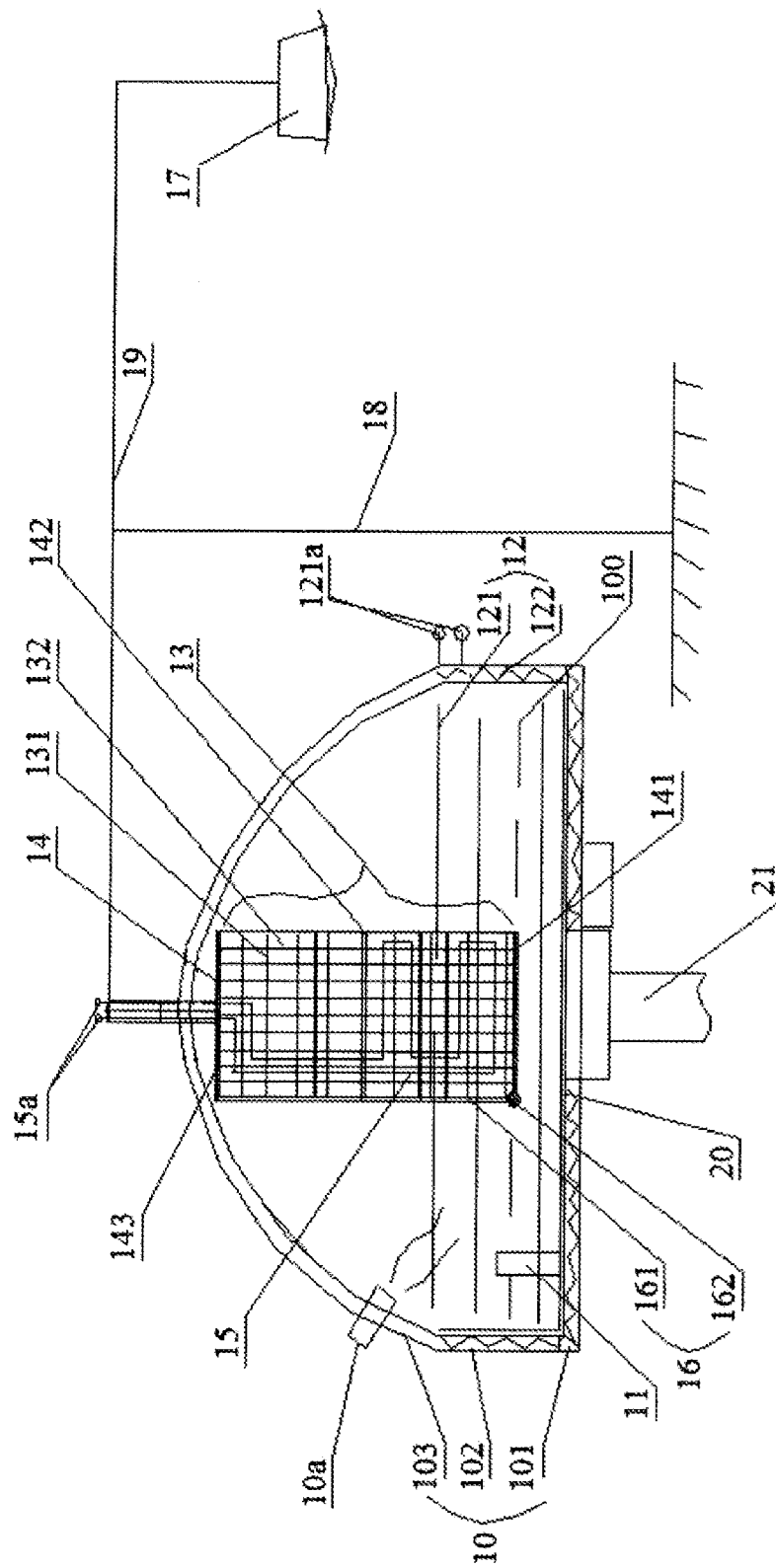


Figura 2

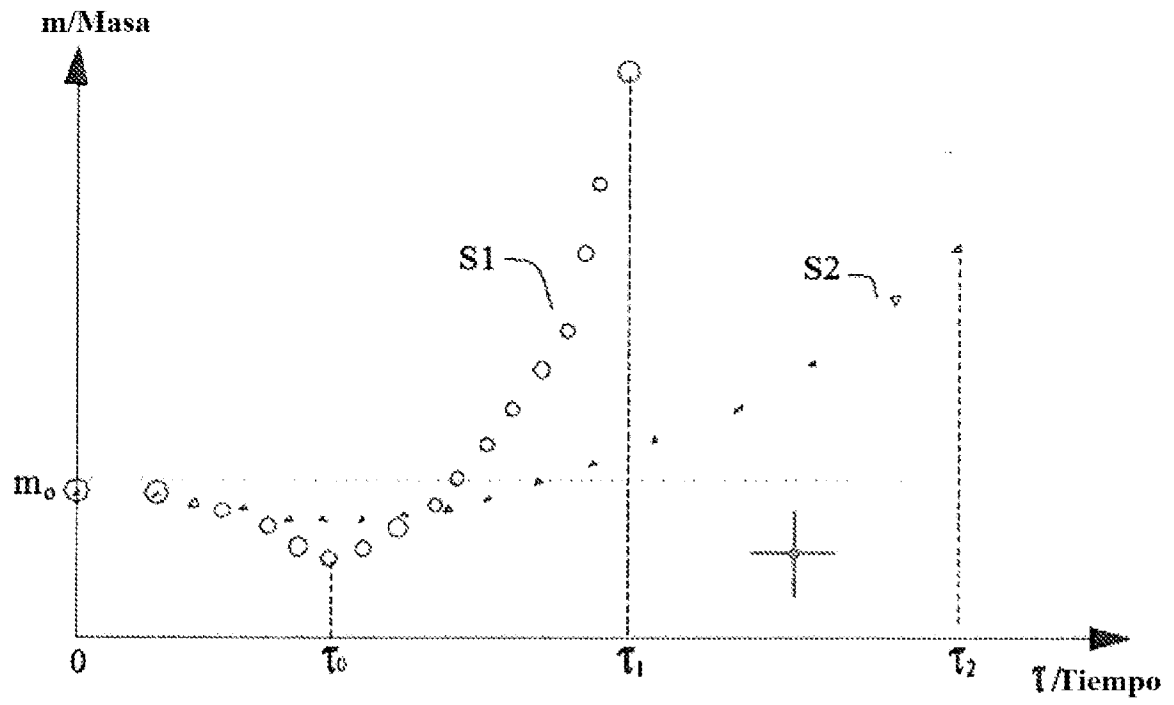


Figura 3

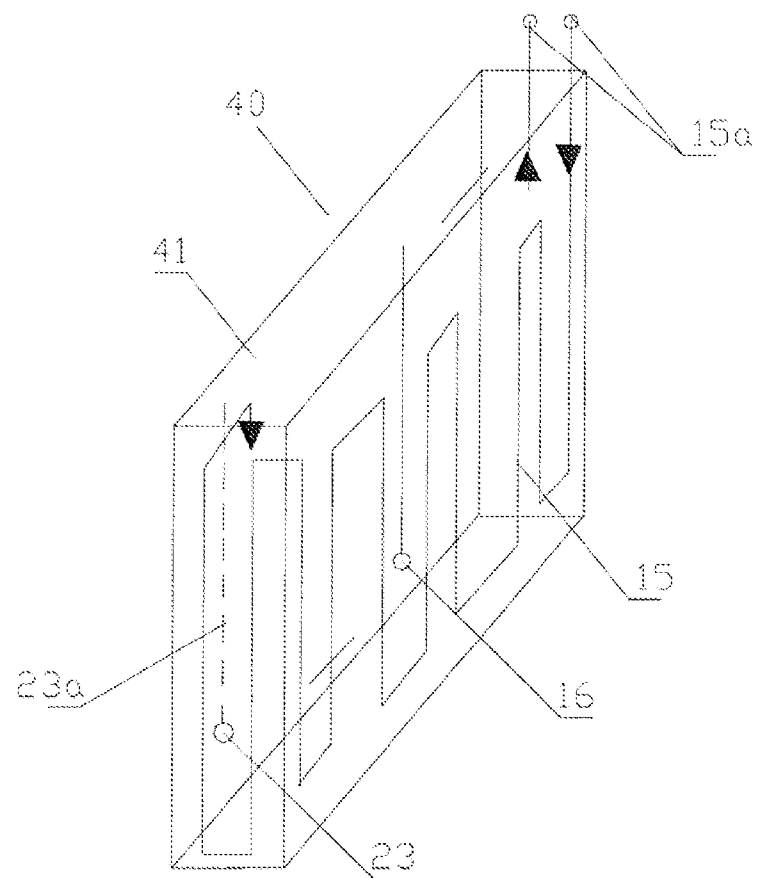


Figura 4

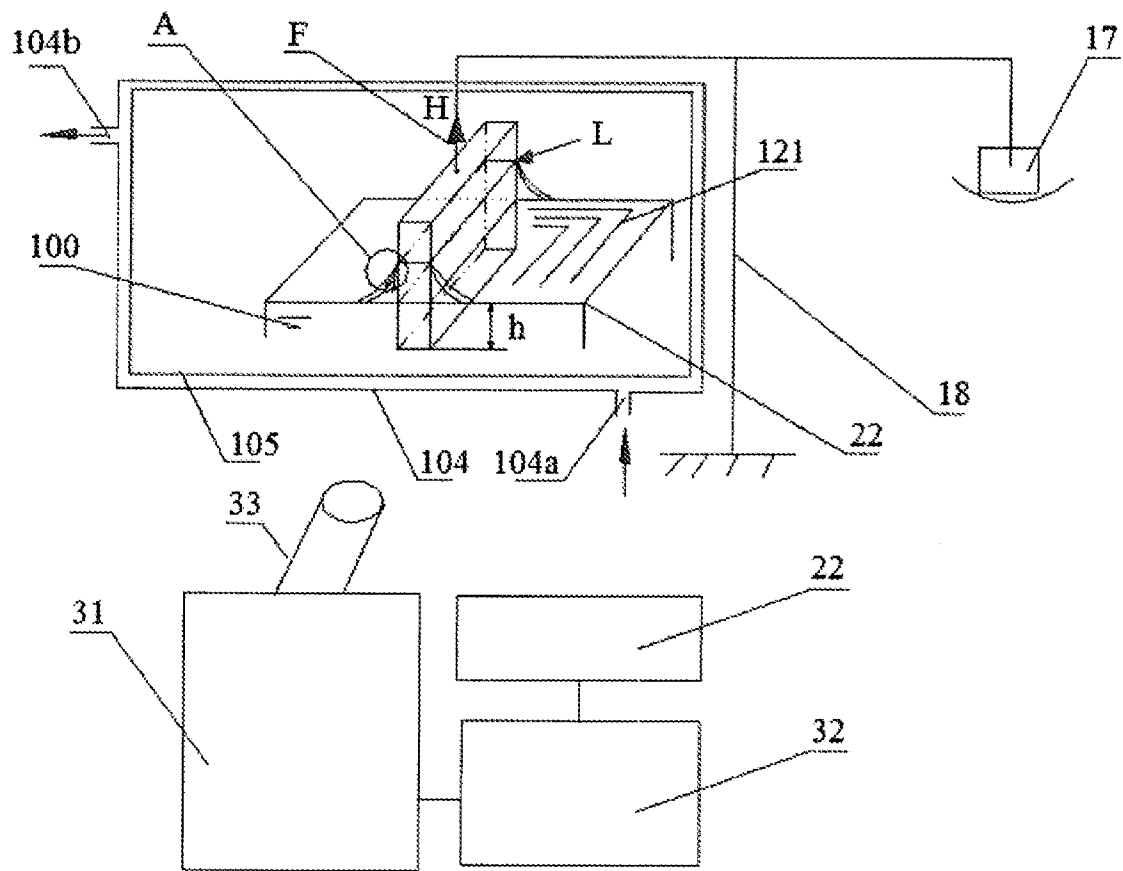


Figura 5

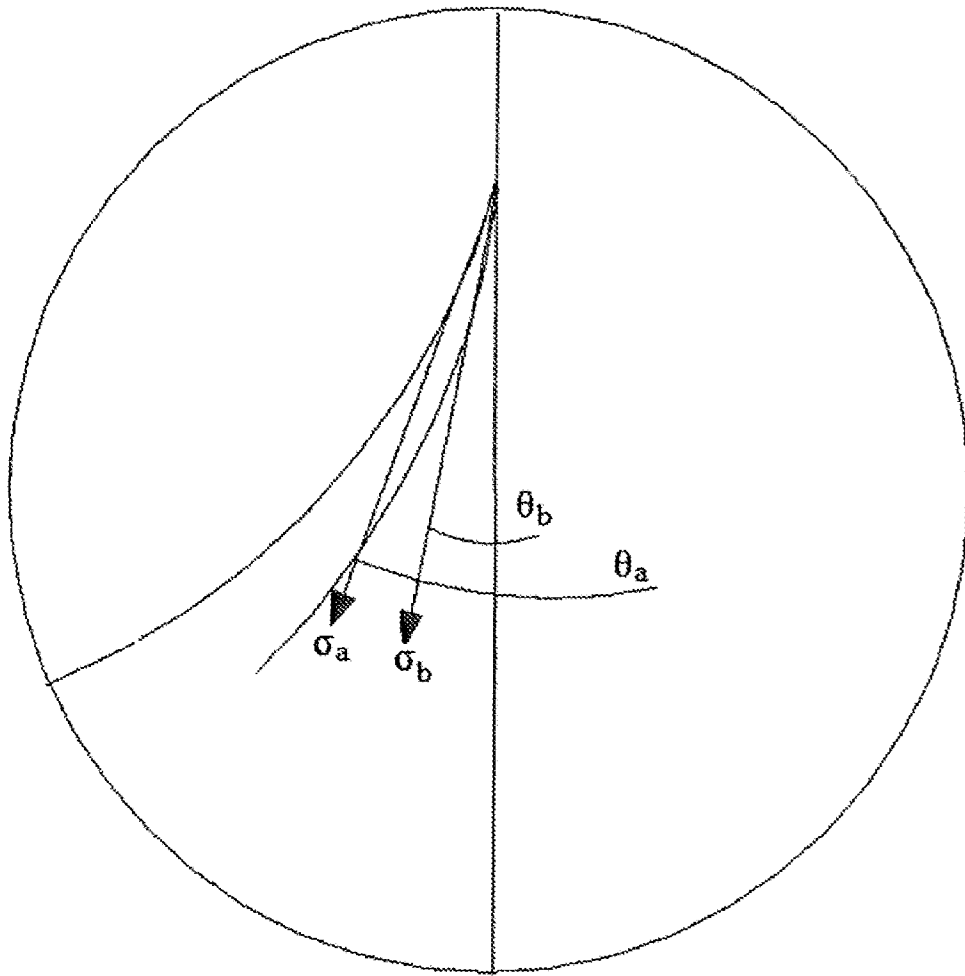


Figura 6

Asciende y a continuación cae

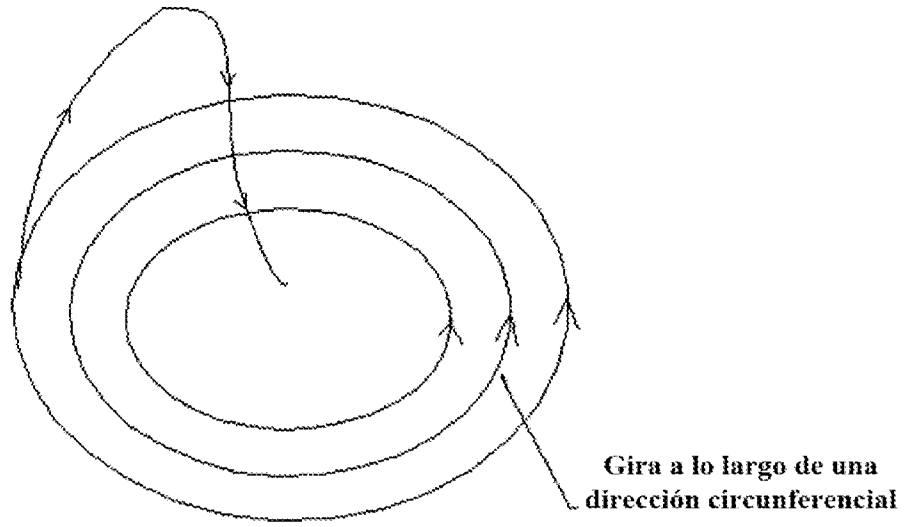


Figura 7

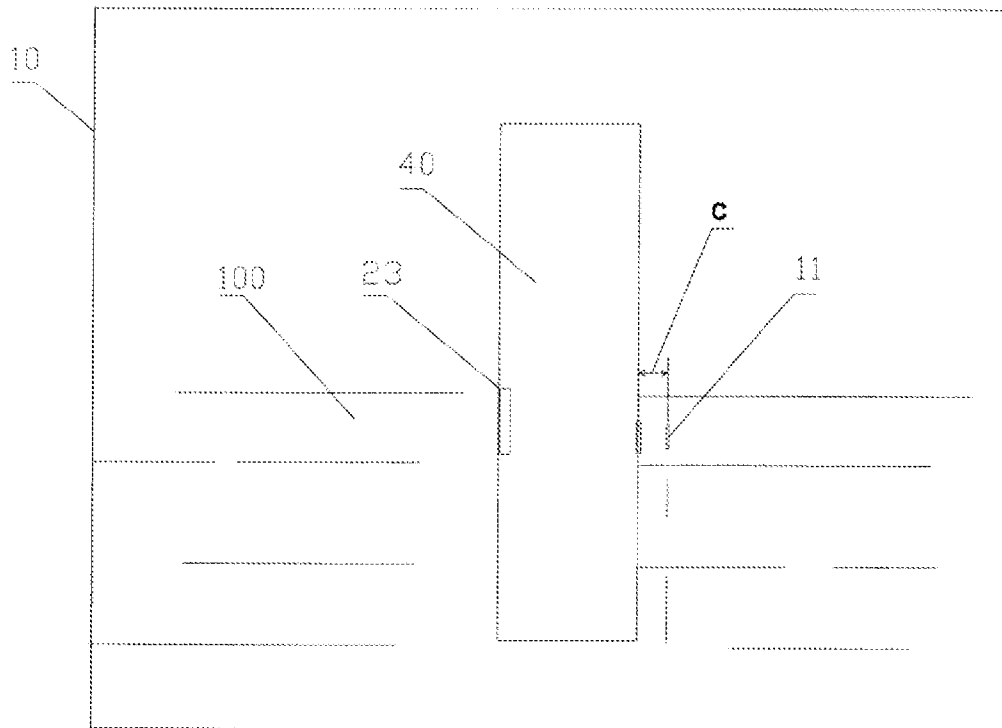


Figura 8

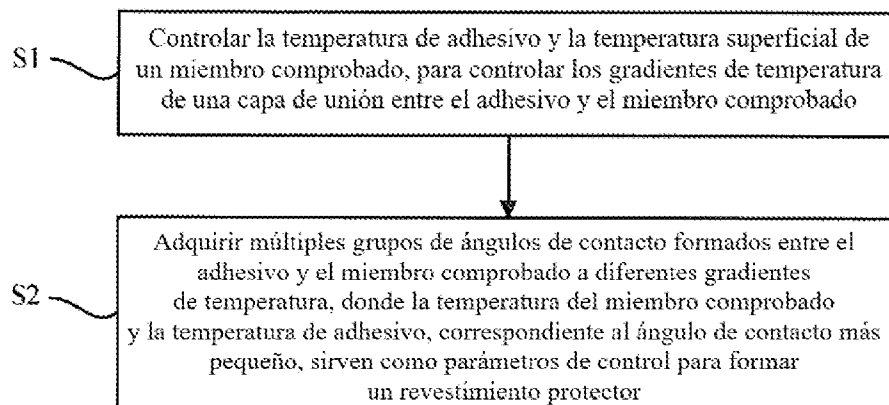


Figura 9