



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 275 908**

(51) Int. Cl.:
C03B 37/018 (2006.01)
G01G 3/16 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02765139 .7**
(86) Fecha de presentación : **31.07.2002**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1525169**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2005**

(54) Título: **Aparato y procedimiento para medir el peso de una preforma de fibra óptica durante un proceso de quimio-deposición para conformar la preforma.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

(73) Titular/es: **Prysmian Cavi e Sistemi Energia S.R.L.**
Viale Sarca 222
20126 Milano, IT

(72) Inventor/es: **Ruzzier, Marco;**
Demergazzi, Andrea y
Sarchi, Davide

(74) Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

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 y procedimiento para medir el peso de una preforma de fibra óptica durante un proceso de quimio-deposición para conformar la preforma.

La presente invención se refiere a un dispositivo y procedimiento para medir el peso una preforma para fibras ópticas durante un procedimiento de deposición química para la formación de la preforma.

Como se conoce, los procedimientos más comunes para la fabricación de preformas para fibras ópticas prevén una o más etapas de deposición química, a través de uno o más quemadores, de sustancias químicas adecuadas sobre un soporte cilíndrico; las sustancias químicas comprenden típicamente silicio y germanio, que se depositan en forma de óxidos (SiO_2 y GeO_2). Una campana de succión elimina los gases de descarga producidos por el quemador.

Los procedimientos de fabricación de preformas por medio de deposición química de la técnica anterior comprenden procedimientos del tipo VAD (deposición axial de vapor), procedimientos del tipo OVD (deposición de vapor exterior) y procedimientos del tipo MCVD (deposición química de vapor modificada).

Típicamente, en los procedimientos del tipo VAD, el soporte cilíndrico se mantiene en posición vertical por medio de la utilización de un miembro de abrazadera que actúa sobre un extremo superior del soporte cilíndrico; el soporte cilíndrico se hace girar sobre sí mismo para exponer toda su superficie a uno o más quemadores que se alojan cerca del extremo inferior del soporte y en una posición tal que emiten un flujo de reactivos a lo largo de una dirección inclinada un ángulo predeterminado respecto al eje longitudinal del soporte. A continuación se traslada el soporte hacia arriba para permitir un crecimiento sustancialmente axial de la preforma.

En los procedimientos del tipo OVD, por otro lado, el soporte cilíndrico se mantiene en posición horizontal o vertical por medio de la utilización de un par de miembros de abrazadera que actúan sobre los extremos opuestos del soporte; este soporte se hace girar sobre sí mismo para exponer toda su superficie a uno o más quemadores montados lateralmente respecto al soporte y en una posición para emitir el flujo de reactivos a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del soporte. El quemador, en concreto, se monta sobre una estructura de soporte equipada con un miembro móvil motorizado que permite la traslación repetitiva del quemador de forma paralela al soporte cilíndrico, para permitir un crecimiento sustancialmente radial de la preforma a lo largo de todas las secciones del soporte.

En procedimientos del tipo MCVD, la deposición se realiza sobre la superficie interior de un soporte tubular que se hace girar alrededor de su eje, de nuevo por medio de la utilización de un quemador que se traslada de forma paralela al eje del soporte mismo.

Por motivos de simplicidad, en lo restante de la presente descripción y en las reivindicaciones subsiguientes se hará a menudo referencia explícita a los procedimientos de deposición química del tipo OVD.

Como se conoce, un instrumento importante para controlar y analizar el rendimiento del procedimiento de deposición química viene dado por la medida del peso a lo largo del tiempo, y en consecuencia de la velocidad de deposición, de la preforma en formación durante el procedimiento de deposición química. La medida del peso de la preforma, ciertamente, además de dar información sobre la velocidad y la eficiencia de la deposición química en cada una de sus etapas, es ventajoso también para las etapas de giro subsiguientes de la fibra óptica a partir de la preforma. La medida del peso permite también obtener y controlar el valor de la relación entre las masas de núcleo y de revestimiento; conocer dicho parámetro es esencial para garantizar la especificación de transmisión de la fibra óptica estirada a partir de la preforma.

Los diferentes dispositivos para la medida del peso de una preforma durante un procedimiento de deposición química para la formación de la preforma son conocidos.

JP-A-06-329432 describe un procedimiento de deposición química del tipo OVD con una configuración horizontal en la cual se hace girar la preforma alrededor de su propio eje y se hace mover horizontalmente por encima de un quemador fijo. Un par de células de carga opuestas mide el peso de la preforma durante el procedimiento de deposición química. Para hacer disminuir los errores en la medida del peso causados por las variaciones térmicas y por los fallos de alineamiento de los soportes de la preforma causados por el movimiento de la preforma misma durante el procedimiento de deposición química, se prevén cuatro soluciones constructivas diferentes. Una primera solución prevé un procedimiento de alineamiento que se realiza manualmente por parte de un operario por medio del ajuste de los soportes de la base de la máquina de deposición entera. La comprobación del alineamiento se obtiene por medio de un sistema óptico que consiste en un láser situado sobre uno de los soportes de la preforma y un detector de la posición del haz de láser situado sobre el otro soporte. Una segunda solución prevé la medida de la no alineación a través de dos detectores de distancia de láser situados sobre los soportes de la preforma, que miden su posición respecto a dos referencias; el ajuste se obtiene a través de un sistema automático que actúa sobre los soportes de la máquina de deposición, encontrándose dichos soportes adecuadamente automatizados. Una tercera solución prevé la eliminación del ajuste de la alineación de la máquina. En este caso el sistema realiza una corrección por medio de programa de la señal de los detectores de distancia que miden la alineación. La cuarta solución prevé, además de los procedimientos ya citados, un sistema para enfriar la estructura de la máquina de deposición para contrarrestar las variaciones térmicas

inducidas por el calor producido por la llama del quemador. El ajuste de temperatura se obtiene a través de un circuito equipado con una bomba de circulación recorrido por agua desmineralizada.

El solicitante observa que todas las soluciones que arriba se han descrito prevén la utilización de un sistema para la medida de la alineación de los soportes de las preformas y tienen la intención de eliminar solamente los problemas de pérdida de alineamiento a través de ajuste manual, o por medio de programas o por medio de un ajuste térmico de la base entera de la máquina de deposición. Sin embargo, ningún sistema prevé la eliminación o la disminución de otras fuentes importantes de errores en la medida del peso que se describirán mejor a continuación, como por ejemplo la deriva térmica de las células de carga (el efecto de la cual es generalmente mayor respecto al de la expansión de los materiales de la máquina), el peso de los sistemas para el anclaje de las preformas y de los sistemas para la transmisión de movimiento a la preforma, las reacciones de constricción impartidas por las características hiperestáticas del sistema de anclaje de la preforma, la acción dinámica de las fuerzas que transmiten movimiento a la preforma, así como las acciones dinámicas ligadas por ejemplo al giro de la preforma.

JP-A-07-215725 describía un procedimiento de deposición química del tipo VAD en el cual la preforma, soportada por un sistema de anclaje, se hace girar alrededor de su propio eje y se desplaza verticalmente por medio de un dispositivo de desplazamiento de la preforma. La medida del peso de la preforma en formación se realiza por medio de un sensor de peso dispuesto entre la parte móvil del sistema de anclaje de la preforma y el sistema de desplazamiento de la preforma. Para aumentar la precisión en la medida del peso, se prevé la presencia entre la parte móvil del sistema de anclaje de la preforma y la preforma de un mecanismo de tipo pasivo y activo capaz de absorber las vibraciones del movimiento de la preforma, siendo dichas vibraciones la fuente de errores en la medida del peso. El solicitante ha observado que un dispositivo de este tipo no es capaz de hacer disminuir los errores en la medida del peso arriba mencionados, como por ejemplo la deriva térmica del sensor de peso, las fuerzas transmitidas por el sistema de anclaje y el sistema para transmitir movimiento a la preforma y las acciones dinámicas de los sistemas para transmitir movimiento a la preforma.

Otros dispositivos para la medida del peso de una preforma durante un procedimiento de deposición química para la formación de una preforma se describen en JP-A-06-183772, EP-A-482348, JP-A-02-167838, JP-A-01-242435, JP-A-63-285137, JP-A-09-156946. El solicitante ha observado que todo lo indicado afecta todavía a los dispositivos capaces de realizar la medida estática del peso de la preforma, y que por tanto se encuentran sujetos a todos los errores de la medida arriba mencionados.

El solicitante ha especificado por tanto un problema que es típico de los dispositivos del tipo conocido. Dicho problema se encuentra relacionado con el hecho de que para medir el peso de la preforma se utilizan sistemas capaces de realizar una medida estática del peso, como por ejemplo células de carga o sensores. En dichos sistemas, en concreto, el peso se obtiene separando la componente vertical de las fuerzas que actúan sobre las células o sensores. El solicitante ha verificado que la medida del peso que se obtiene por medio de la utilización de células de carga o sensores puede encontrarse influida por varias fuentes de errores, como:

- la deriva de la señal causada por el calentamiento de las células de carga o sensores. Dicha deriva conduce a grandes errores en la medida debido a la no uniformidad del campo térmico que tiene lugar en las células. Esta no uniformidad no puede eliminarse siempre por medio de compensación de temperatura de tipo convencional;

- la acción, sobre las células o los sensores, de cargas que son diferentes al peso de la preforma en formación. Ciertamente, las células de carga se ven afectadas, además de por el peso de la preforma, también por otros tipos de fuerzas estáticas y dinámicas que no son siempre posibles de eliminar o cuantificar *a priori*. Los tipos de fuerzas estáticas comprenden típicamente el peso de los sistemas de anclaje de la preforma, de los ejes y los mandriles asociados con los mismos, y de los sistemas para transmitir movimiento a la preforma (típicamente sistemas de correas o engranajes). Los tipos de fuerzas dinámicas, por otro lado, comprenden típicamente las acciones dinámicas de los sistemas para la transmisión de movimiento a las preformas. Otro tipo de acción dinámica es la inercia del movimiento de la preforma misma.

El solicitante ha encontrado que por medio de realizar una medida dinámica del peso de la preforma soportada por medio de por lo menos una fijación elástica y sometida a oscilaciones durante el procedimiento de deposición química, y por medio de detectar la frecuencia de oscilación de la preforma como cuerpo rígido, es posible obtener una medida del peso de la preforma que es sustancialmente independiente de las fuentes de error arriba mencionadas, en concreto la deriva térmica de los dispositivos de medida y las cargas que son diferentes de la masa de la preforma de la cual se desea medir el peso.

La frecuencia de oscilación se encuentra ciertamente relacionada con la masa de oscilación; por ejemplo, para una oscilación axial, la frecuencia de oscilación ω se relaciona con la masa de oscilación M por medio de la siguiente relación:

$$M = \frac{k}{\omega^2}$$

donde k es la constante elástica del sistema de resorte; por tanto, por medio de conocer la frecuencia de oscilación y la constante elástica del sistema de resorte se puede conocer la masa de oscilación, y por consiguiente el peso.

La presente invención se refiere por tanto, en un primer aspecto de la misma, a un dispositivo para la medida del peso de una preforma para fibras ópticas durante un procedimiento de deposición química para la formación de la preforma, caracterizado por el hecho de que comprende:

- por lo menos una fijación elástica para asociarse con por lo menos un tramo de extremo de un elemento alargado que constituye un sustrato de deposición química para la formación de la preforma;
- un dispositivo para inducir una oscilación sobre dicho elemento alargado;
- un dispositivo para detectar la frecuencia de oscilación de dicho elemento alargado;
- un dispositivo para calcular el peso de la preforma según la frecuencia de oscilación detectada.

En lo que resta de la presente descripción y en las reivindicaciones subsiguientes se utilizará de forma indistinta el término “elemento alargado” o “soporte cilíndrico” para indicar el sustrato de la deposición química a partir del cual, al final del procedimiento de deposición, se obtiene la preforma.

En lo que resta de la presente descripción y en las reivindicaciones subsiguientes se utilizará también el término “fijación elástica” para indicar cualquier dispositivo para fijar la preforma al marco de la máquina de deposición química, comprendiendo un dispositivo de fijación de este tipo por lo menos un elemento elástico, como un resorte, adecuado para aplicar una acción elástica.

Ventajosamente, la medida del peso que se realiza por medio del dispositivo de la presente invención es una medida dinámica y, como tal, no se encuentra sujeta a los errores de la medida arriba mencionados en referencia a la técnica anterior.

Ciertamente, la medida de la frecuencia de oscilación no se ve afectada por la deriva térmica de los dispositivos de medida puesto que las características elásticas de los elementos elásticos, como los resortes, presentan una dependencia muy baja respecto a la temperatura.

Además, la medida de la frecuencia de oscilación se puede hacer insensible a la acción de las cargas variables, relacionadas tanto con la transmisión de movimiento a la preforma como con el movimiento mismo de la preforma, dimensionando el sistema de medida de forma que una acción de este tipo se aplica a frecuencias alejadas de la del sistema de medida, el cual no se ve por tanto afectado.

Además, la medida de la frecuencia de oscilación es completamente insensible respecto a la distribución axial de las masas.

El solicitante ha observado también que la medida de la frecuencia de oscilación es más sensible a la masa depositada para valores de masa bajos, es decir al principio del procedimiento de deposición química. Esta característica es particularmente interesante para procedimientos de deposición externa, como OVD o VAD; el rendimiento y la velocidad de deposición de dichos procedimientos son ciertamente críticos en las etapas iniciales del procedimiento debido al pequeño tamaño de la preforma en formación. Ventajosamente, la medida de la frecuencia es por tanto capaz de proporcionar información detallada sobre el procedimiento de deposición en sus etapas más críticas.

Preferiblemente, dicha por lo menos única fijación elástica es una fijación con un único grado de libertad para permitir una oscilación axial de dicho elemento alargado a lo largo de su eje X-X. Ventajosamente, puesto que la frecuencia de oscilación axial ω se encuentra relacionada con la masa de oscilación M de la preforma por medio de la siguiente relación:

$$M = \frac{k}{\omega^2}$$

donde k es la constante elástica del elemento elástico, conocer la constante elástica del elemento elástico y la frecuencia en el tiempo de la oscilación axial significa que se conoce la masa de oscilación, y por tanto el peso de la preforma que se está formando. Puesto que la relación arriba indicada es válida para un oscilador armónico ideal, es preferible, en el caso de un oscilador real, realizar una calibración del sistema con masas conocidas para determinar experimentalmente la relación $M = M(\omega)$.

En realizaciones alternativas del dispositivo de la presente invención, otras frecuencias de oscilación del cuerpo rígido se pueden utilizar para poner de manifiesto cualquiera de los otros modos de oscilación de un cuerpo rígido en uno de los seis grados de libertad; en correspondencia con los seis grados de libertad de un cuerpo rígido existen ciertamente tres modos de oscilación de traslación y tres modos de oscilación de rotación a los cuales corresponden frecuencias de oscilación respectivas.

ES 2 275 908 T3

Preferiblemente, dicha por lo menos única fijación elástica comprende:

- un primer elemento de acople adecuado para asociarse rígidamente con un mandril giratorio;
- un segundo elemento de acople adecuado para asociarse rígidamente con dicho elemento alargado;

donde dichos primero y segundo elemento de acople se encuentran acoplados de forma elástica y deslizante y fijadas respecto al giro.

Ventajosamente, dicha por lo menos única fijación elástica es capaz por tanto de:

- evitar traslaciones de la preforma, con la excepción de la traslación axial;
- evitar el giro relativo entre mandril y preforma alrededor del eje de dicha preforma (para permitir la transmisión del movimiento giratorio del mandril a la preforma);
- limitar elásticamente la traslación axial de la preforma alrededor de una posición de equilibrio para permitir su oscilación axial.

Preferiblemente, dicha por lo menos única fijación elástica comprende un resorte situado operativamente entre dichos primer y segundo elemento de acople. De esta forma se realiza el acople elástico deslizante entre dichos elementos de acople.

Preferiblemente, dicho primer elemento de acople define una primera funda y dicha por lo menos única fijación elástica comprende también una segunda funda asociada de forma rígida con dicho por lo menos único tramo de extremo de dicho elemento alargado y montada de forma coaxial dentro de dicha primera funda por medio de la interposición de por lo menos un cojinete adecuado para permitir un deslizamiento relativo entre dichas primera y segunda funda a lo largo de dicho eje X-X. La oscilación axial de la preforma a lo largo del eje X-X es guiada por tanto ventajosamente por medio de un acople deslizante entre dichas primera y segunda funda.

Preferiblemente, el dispositivo de la presente invención comprende también una junta esférica situada entre dicha segunda funda y dicho por lo menos único tramo de extremo de dicho elemento alargado, para contrarrestar posibles imprecisiones de dicho elemento alargado.

En una primera realización alternativa de la presente invención, dicha por lo menos única fijación elástica comprende preferiblemente una clavija asociada con dicho primer elemento de acople y acoplada con una ranura formada sobre dicho segundo elemento de acople. Es posible por tanto obtener la transmisión del movimiento giratorio desde el mandril a la preforma (a través de la primera funda) y, al mismo tiempo, la oscilación axial de la preforma.

En una realización alternativa, la transmisión del movimiento desde el mandril a la preforma se realiza a través de un encaje de forma entre dicha segunda funda, acoplada rígidamente con la preforma, y dicha primera funda, acoplada de forma rígida con el mandril. El encaje de forma se puede realizar, por ejemplo, por medio de proporcionar secciones no circulares a las superficies conjugadas de las dos fundas, por ejemplo secciones cuadradas. Entre las dos fundas se proporcionan también de forma ventajosa una pluralidad de cojinetes adecuados para permitir el deslizamiento relativo de las fundas.

En otra realización alternativa, la transmisión del movimiento desde el mandril a la preforma se realiza a través de un dispositivo magnético que comprende por lo menos un imán permanente integral con la primera funda y por lo menos un imán integral con la segunda funda.

El dispositivo de la presente invención se puede utilizar ventajosamente tanto en procedimientos de deposición química con configuración horizontal (el eje longitudinal X-X del elemento alargado dispuesto horizontalmente) como en procedimientos con configuración vertical (el eje longitudinal X-X del elemento alargado dispuesto verticalmente).

En el caso de la configuración de procedimiento horizontal, el dispositivo comprende preferiblemente dos fijaciones elásticas deslizantes opuestas asociadas con los dos tramos de extremo opuestos de dicho elemento alargado. La presencia de elementos elásticos en correspondencia con los dos extremos opuestos del elemento alargado, en configuración de procedimiento horizontal, se prefiere particularmente en el caso específico en el que se utilizan como elementos elásticos resortes de tracción o compresión; dichos resortes se disponen en condición tensada (en el caso de resorte de tracción) o comprimida (en el caso de resorte de compresión), entre los dos elementos de acople de las fijaciones elásticas respectivas; los dos resortes aplican de esta forma una acción recíproca para evitar que se puedan descargar (en tal caso sería imposible realizar la oscilación deseada del elemento alargado). La constante elástica del sistema viene dada en este caso por la suma de las constantes elásticas de los dos resortes.

En una realización alternativa del dispositivo de la presente invención para una configuración de procedimiento horizontal, el dispositivo comprende una única fijación elástica asociada con un tramo de extremo de dicho elemento alargado, debiendo trabajar dicha fijación elástica tanto por tracción como por compresión. Preferiblemente, la fijación elástica comprenderá un resorte unido en lados opuestos a los dos elementos de acople, para poder aplicar tanto

una acción elástica de empuje como una acción elástica de tensión del elemento alargado. La constante elástica del sistema vendrá dada, en este caso, por la constante elástica del único resorte presente en la única fijación elástica del dispositivo.

5 Preferiblemente, el dispositivo en dicho caso comprende una guía deslizante asociada con dicho elemento alargado en el lado opuesto a dicha fijación elástica.

10 En el caso de la configuración de procedimiento vertical, el dispositivo preferiblemente comprende una única fijación elástica deslizante adecuada para asociarse con un tramo de extremo de dicho elemento alargado. Ventajosamente, es posible utilizar una única fijación elástica puesto que el elemento elástico de dicha fijación se encontrará siempre en condición comprimida (si la fijación elástica se asocia con el extremo inferior del elemento alargado) o condición tensada (si la fijación elástica se asocia con el extremo superior del elemento alargado) debido al peso de la preforma. La realización con una única fijación elástica deslizante en correspondencia con el tramo de extremo superior del elemento alargado se prefiere, por ejemplo, en procedimientos de deposición química del tipo VAD. En los procedimientos de deposición química de tipo OVD, por otro lado, se prefiere la realización con una única fijación elástica en correspondencia con el extremo inferior y con una guía deslizante en correspondencia con el extremo superior, o viceversa.

20 Preferiblemente, el dispositivo para inducir la oscilación se aloja dentro de dicha por lo menos única fijación elástica.

25 En una primera realización de la misma, el dispositivo para inducir la oscilación comprende un dispositivo neumático que actúa sobre dicho segundo elemento de acople. En concreto, dicho elemento neumático comprende un pequeño pistón de empuje que, actuado por medio de aire comprimido, actúa sobre dicho segundo elemento de acople cargando el elemento elástico de la fijación elástica; por medio de descargar el aire el elemento alargado empieza a oscilar alrededor de la posición de equilibrio del elemento elástico.

30 En una segunda realización preferida del mismo, el dispositivo para inducir la oscilación comprende un dispositivo electromagnético que actúa sobre dicho segundo elemento de acople. En concreto, el dispositivo electromagnético comprende un solenoide dispuesto en el exterior del segundo elemento de acople y un imán permanente integral con dicho segundo elemento de acople. El aporte de corriente al solenoide produce la fuerza axial sobre el segundo elemento de acople, cargando al elemento elástico de la fijación elástica; por medio de interrumpir el aporte de corriente el elemento alargado comienza a oscilar alrededor de la posición de equilibrio del elemento elástico.

35 Alternativamente, se puede pensar en no crear un dispositivo adecuado para inducir la oscilación y explotar las oscilaciones inducidas sobre la preforma por la máquina de deposición química misma; una máquina de este tipo puede ciertamente representar por sí misma un dispositivo para inducir la oscilación sobre la preforma.

40 Preferiblemente, el dispositivo para detectar la frecuencia de oscilación comprende un dispositivo para detectar la posición de dicho elemento alargado, adecuado para generar una señal que indica dicha posición, y un dispositivo para procesar dicha señal para obtener la frecuencia de oscilación del elemento alargado.

45 Preferiblemente, el dispositivo para detectar la posición de dicho elemento alargado comprende una diana asociada rígidamente a dicho elemento alargado y un medidor óptico de la distancia de dicha diana.

Preferiblemente, el medidor óptico comprende una fuente de emisión de una señal luminosa hacia dicha diana, un dispositivo para recibir la señal luminosa dispersada por dicha diana y un dispositivo para procesar la señal luminosa recogida para generar una señal eléctrica que representa la distancia de dicha diana.

50 En una realización alternativa, la detección de la frecuencia de oscilación se realiza por medio de un sensor de proximidad asociado con dicho primer elemento de acople y adecuado para detectar la posición en el tiempo de dicho segundo elemento de acople. En el caso en el que el elemento elástico es un resorte, el sensor mismo se puede utilizar ventajosamente como sensor de proximidad, que no es otra cosa que un solenoide con una inductancia que varía con la elongación.

55 En un segundo aspecto de la misma, la presente invención contempla un procedimiento para medir el peso de una preforma para fibras ópticas durante un procedimiento de deposición química para la formación de la preforma, caracterizado por el hecho de que comprende las etapas de:

60 - fijar elásticamente un elemento alargado que constituye un sustrato de deposición química a una máquina de deposición química para la formación de la preforma;

- inducir una oscilación de dicho elemento alargado;

65 - detectar la frecuencia de oscilación de dicho elemento alargado;

- calcular el peso de la preforma según la frecuencia de oscilación detectada.

ES 2 275 908 T3

Un procedimiento de este tipo permite lograr todas las ventajas destacadas anteriormente con referencia al dispositivo de medida de peso.

En una primera realización del procedimiento de la presente invención, la etapa de inducir una oscilación en dicho elemento alargado comprende las siguientes etapas:

- proporcionar aire comprimido, durante un tiempo predeterminado, dentro de un asiento que aloja un tramo de extremo de dicho elemento alargado;

- descargar el aire de dicho asiento después de dicho tiempo predeterminado.

En una segunda realización del procedimiento de la presente invención, la etapa de inducir una oscilación de dicho elemento alargado comprende las siguientes etapas:

- proporcionar corriente, durante un tiempo predeterminado, a un solenoide dispuesto fuera y de forma coaxial respecto a un elemento de acople asociado con dicho elemento alargado, comprendiendo dicho elemento de acople por lo menos un imán permanente;

- interrumpir el suministro de corriente después de dicho tiempo predeterminado.

Preferiblemente, la etapa de detectar la frecuencia de oscilación de dicho elemento alargado comprende las siguientes etapas:

- generar una señal que representa la posición en el tiempo de dicho elemento alargado;

- procesar dicha señal para obtener la frecuencia de oscilación del elemento alargado.

Preferiblemente, la etapa de generar una señal que representa la posición en el tiempo de dicho elemento alargado comprende las etapas de:

- enviar una señal luminosa hacia una diana asociada de forma rígida con dicho elemento alargado;

- recibir una señal luminosa dispersada por dicha diana; y

- procesar la señal luminosa recogida para generar una señal eléctrica que representa la distancia de dicha diana.

En un tercer aspecto de la misma, la presente invención contempla una máquina de deposición química para la formación de una preforma para fibras ópticas, que comprende:

- un marco para sostener a lo largo de un eje X-X un elemento alargado que constituye un substrato de deposición química para la formación de una preforma;

- por lo menos un quemador para depositar una sustancia química para la formación de la preforma sobre dicho substrato;

caracterizada por el hecho de que comprende un dispositivo para medir el peso de la preforma del tipo que arriba se ha descrito.

Una máquina de este tipo permite lograr todas las ventajas anteriormente descritas en referencia al dispositivo de medida de peso de la presente invención.

En un cuarto aspecto de la misma, la presente invención contempla un procedimiento de deposición química para la formación de una preforma para fibras ópticas, caracterizado por el hecho de que comprende una etapa de medida del peso de la preforma, durante la deposición química, por medio del procedimiento de medida de peso que arriba se ha descrito.

Otras características y ventajas de la presente invención se harán más claras a partir de la siguiente descripción detallada de algunas de sus realizaciones preferidas, que se dan con referencia a las figuras adjuntas. En dichas figuras,

- la figura 1 es una vista esquemática de una máquina de deposición química para la formación de una preforma, que comprende un dispositivo para medir el peso de la preforma según la presente invención;

- la figura 2 es una vista esquemática ampliada de una sección longitudinal de un detalle constructivo relativo a una primera realización de un dispositivo para fijar la preforma y de un dispositivo para transmitir el movimiento a la preforma de la máquina de la figura 1;

ES 2 275 908 T3

- la figura 3 es una vista esquemática ampliada de una sección transversal, tomada a lo largo de la línea de sección A-A de la figura 1, de una realización alternativa de un dispositivo para transmitir el movimiento a la preforma de la máquina de la figura 1;

5 - la figura 4a es una vista esquemática ampliada de una sección longitudinal de otra realización alternativa de un dispositivo para transmitir el movimiento a la preforma del dispositivo de la figura 1;

- la figura 4b es una vista esquemática ampliada de una sección transversal del dispositivo de la figura 4a, tomada a lo largo de la línea de sección B-B;

10 - la figura 5 es una vista esquemática ampliada de otra realización alternativa de un dispositivo para transmitir el movimiento a la preforma de la máquina de la figura 1;

15 - la figura 6 es una vista esquemática ampliada de una primera realización de un dispositivo para inducir oscilación de la máquina de la figura 1 en la realización de la figura 2;

- la figura 7 es una vista esquemática ampliada de una segunda realización de un dispositivo para inducir oscilación de la máquina de la figura 1 en la realización de la figura 2;

20 - la figura 8 es una vista esquemática ampliada de un dispositivo de detección de oscilación de la máquina de la figura 1 en la realización de la figura 2;

- la figura 9 muestra un gráfico que representa los resultados obtenidos experimentalmente a través de una primera serie de pruebas;

25 - la figura 10 muestra un gráfico que representa los resultados obtenidos experimentalmente a través de una segunda serie de pruebas;

30 - la figura 11 muestra un gráfico que representa los resultados obtenidos experimentalmente a través de una tercera serie de pruebas;

- la figura 12 muestra un gráfico que representa los resultados obtenidos experimentalmente a través de una cuarta serie de pruebas;

35 En la figura 1, por medio del número 1 se indica una máquina de deposición química para la formación de una preforma para fibras ópticas, que comprende un dispositivo 10 para medir el peso de la preforma durante el procedimiento de deposición química, según la presente invención.

40 La máquina 1 que se ilustra en la figura 1 es una máquina con una orientación horizontal (eje X-X del sustrato de deposición química dispuesto horizontalmente) y es adecuada para realizar una deposición química a través de un procedimiento de tipo OVD (deposición de vapor exterior). Aunque la presente descripción se dará en referencia a una máquina de este tipo, tiene también una aplicación análoga para máquinas con una orientación vertical (eje X-X del sustrato de deposición química dispuesto verticalmente) como se indica a continuación y en las reivindicaciones subsiguientes, a menos que se indique algo de forma explícita en sentido contrario. De la misma forma, lo que se ha
45 indicado se aplica también a máquinas adecuadas para la realización de un procedimiento de deposición química de diferente tipo, como un procedimiento del tipo VAD (deposición axial de vapor) o un procedimiento de tipo MCV (deposición química de vapor modificada).

50 La máquina 1 comprende un marco 2 equipado con mandriles giratorios opuestos 3a, 3b, del tipo convencional, adecuados para sostener, a lo largo del eje X-X, un elemento alargado 100 (el cual se designará en adelante también con el término: soporte cilíndrico) que constituye un sustrato de deposición química para la formación de una preforma. Los mandriles 3a y 3b fijan de forma giratoria el soporte cilíndrico 100 para transmitir un movimiento giratorio al mismo.

55 La máquina 1 comprende también un quemador 4, de tipo convencional, para depositar sobre el soporte cilíndrico 100 una sustancia química para la formación de una preforma, en concreto una mezcla de silicio y germanio, o solamente silicio, en forma de óxidos (SiO_2 y GeO_2), para realizar, al final del procedimiento de deposición química, una preforma 200. En el lado opuesto del quemador 4 respecto al eje X-X, se proporciona una campana de succión 5 para recoger y evacuar las sustancias químicas de descarga producidas por el quemador 4.

60 En la realización de la máquina 1 que se ilustra en la figura 1, el quemador 4 se desplaza, durante el procedimiento de deposición química, de forma paralela al eje X-X del soporte cilíndrico 100, el cual a su vez gira alrededor del eje X-X para exponer toda su superficie al quemador 4. La campana 5 puede ser fija o se puede mover de forma paralela al quemador 4. Lo que se indica a continuación, en cualquier caso, tiene también una aplicación análoga en el caso en
65 el que el quemador 4 se encuentra fijado y el elemento alargado 100, además de girar alrededor de su propio eje X-X, se desplaza a lo largo de dicho eje para exponer toda su superficie al quemador 4, o en el caso en el que tanto el quemador como el elemento alargado 100 se desplazan a lo largo del eje X-X.

ES 2 275 908 T3

Según la realización que se ilustra en la figura 1, el movimiento giratorio se transmite al mandril 3a a través de un mecanismo de correa 6, de tipo convencional, actuado por un motor eléctrico 7. A través de la correa 6 el movimiento llega a una polea 8 integral con un pequeño eje 9a sostenido sobre el marco 2 por medio de cojinetes rodantes adecuados 90a y al cual el mandril 3a se encuentra montado de forma rígida. En el lado opuesto, el mandril 3b se encuentra montado de forma rígida sobre un pequeño eje 9b sostenido sobre el marco 2 de forma coaxial con el pequeño eje 9a por medio de cojinetes rodantes adecuados 90b.

Como alternativa a la correa 6 se prevén engranajes de transmisión adecuados totalmente convencionales.

En la máquina de deposición química 1 el soporte cilíndrico 100 no se encuentra asociado de forma rígida con los mandriles 3a, 3b, sino que se encuentra asociado elásticamente, en correspondencia con los tramos de extremo opuestos libres 100a, 100b, con fijaciones elásticas opuestas 11a, 11b, las cuales, a su vez, se encuentran asociadas de forma rígida con los mandriles 3a, 3b.

Las fijaciones elásticas 11a, 11b son parte integral del dispositivo 10 adecuadas para medir el peso de la preforma durante el procedimiento de deposición química. Un dispositivo de este tipo (que se ilustra en la figura 8) comprende también un dispositivo 110 para inducir una oscilación sobre dicho elemento alargado 100, un dispositivo 111 para detectar la frecuencia de dicha oscilación y un dispositivo 112 para calcular el peso de la preforma según la frecuencia de oscilación detectada. Dichos dispositivos se describirán en detalle a lo largo del resto de la presente descripción.

La figura 2 muestra en detalle un ejemplo constructivo de una fijación elástica 11a del dispositivo 10 para medir el peso de una preforma (y de la máquina de deposición química 1 para la formación de la preforma) según la presente invención.

La fijación elástica 11a se ilustra asociada con el mandril 3a de la máquina de deposición química 1 que se ilustra en la figura 1. La fijación elástica 11a comprende un primer elemento de acople 12a asociado de forma rígida con el mandril 3a y un segundo elemento de acople 13a asociado de forma rígida con un tramo de extremo 100a del soporte cilíndrico 100. En el ejemplo ilustrado, el primer elemento de acople 12a es una funda y el segundo elemento de acople 13a es un elemento de agarre de dicho elemento alargado 100. El miembro de agarre 13a se encuentra alojado dentro de la funda 12a y presenta forma de pistón, con una asta 131a alojada en un asiento deslizante 132a formado dentro de la funda 12a, y una cabeza 133a asociada con el extremo libre del soporte cilíndrico 100 a través de uno o más pernos o clavijas 134. El miembro de agarre 13a se encuentra a su vez asociado con la funda 12a a través de un elemento elástico 14a que se extiende a lo largo del eje X-X, en este ejemplo específico un resorte de compresión que se extiende de forma coaxial y externa respecto al eje 131a del elemento de agarre 13a. En el eje 131a del elemento de agarre 13a se forma una ranura 15a dentro de la cual se aloja una clavija 16a integral con la funda 12a. El acople entre la clavija 16a y la ranura 15a es puramente un acople deslizante, en el sentido de que el único movimiento relativo permitido es el del deslizamiento de la clavija 16a en la ranura 15a. La clavija 16a, cuando la funda 12a es actuada para el giro por parte del mandril 3a, fuerza la rotación del miembro de agarre 13a, y por tanto del soporte cilíndrico 100 asociado con el mismo.

La configuración estructural de la fijación elástica 11a que arriba se ha descrito es por tanto tal que se evitan las traslaciones del soporte cilíndrico 100, con la excepción de las que se producen en el eje X-X, para evitar el giro relativo entre el mandril 3a y el soporte cilíndrico 100 alrededor del eje X-X (para permitir la transmisión del movimiento giratorio desde el mandril 3a al soporte cilíndrico 100) y para fijar de forma elástica la traslación axial del soporte cilíndrico 100.

La fijación elástica 11a que arriba se ha descrito es por tanto una fijación elástica deslizante con un único grado de libertad, es decir que permite exclusivamente una oscilación del soporte cilíndrico 100 a lo largo del eje X-X dentro de la funda 11a alrededor de una posición de equilibrio del resorte 14a.

La fijación elástica 11a comprende también otra funda 17a asociada de forma rígida con el tramo de extremo 100a del soporte cilíndrico 100. La funda 17a se encuentra acoplada coaxialmente con la funda 12a a través de la interposición de un cojinete 18a adecuado para permitir el deslizamiento relativo entre dichas fundas a lo largo del eje X-X. El acople deslizante entre la funda 12a y la funda 17a es por tanto tal que guía el deslizamiento axial del soporte cilíndrico 100 dentro de la funda 12a.

Entre la funda 17a y el soporte cilíndrico 100 se prevé preferiblemente una junta de bola para contrarrestar posibles imprecisiones del soporte cilíndrico 100.

La fijación elástica 11b es sustancialmente idéntica a la fijación 11a que arriba se ha descrito. El soporte cilíndrico 100 se encuentra por tanto unido de forma elástica en correspondencia con los extremos libres opuestos 100a, 100b.

Los resortes 14 de las dos fijaciones elásticas 11a, 11b son preferiblemente tanto resortes de compresión como de tracción. Se encuentran situados entre la funda 12a y el medio de agarre 13a de forma que los dos se guían (en condición comprimida, en el caso de resortes de compresión, o en estado tensado, en el caso de resortes de tracción) cuando se carga el soporte cilíndrico 100 en la máquina 1, para aplicar una acción elástica mutua.

Alternativamente, es posible prever una única fijación elástica 11a asociada con un tramo de extremo 100a de dicho elemento alargado 100. Una fijación elástica de este tipo comprenderá, en dicho caso, un resorte 14a unido por un lado a la funda 12a y por el lado opuesto al miembro de agarre 13a, para poder aplicar sobre el miembro de agarre 13a tanto una acción de empuje elástico como una acción de tirado elástico. Preferiblemente, en correspondencia con el extremo opuesto 100b del elemento alargado 100 se prevé en dicho caso una guía simple de deslizamiento.

Debería tenerse en cuenta que, en el caso de una máquina con una orientación vertical (el eje X-X del sustrato de deposición química dispuesto de forma vertical) la fijación elástica deslizante asociada con uno de los dos tramos de extremo del soporte cilíndrico se puede sustituir con una guía deslizante sin ningún elemento elástico. En una configuración de procedimiento de este tipo es ciertamente posible eliminar una fijación elástica puesto que el elemento elástico de la única fijación elástica prevista se encuentra siempre activado (en condición comprimida, si la fijación elástica se prevé en correspondencia con el extremo inferior del elemento alargado, o en condición estirada si la fijación elástica se prevé en correspondencia con el extremo superior del elemento alargado) debido al peso de la preforma. Un elemento elástico de este tipo, por tanto, no puede nunca descargarse, una condición necesaria para detectar la oscilación axial del soporte cilíndrico.

Es posible prever numerosas variantes relativas al sistema para transmitir el movimiento giratorio desde el mandril 3a, 3b al soporte cilíndrico 100 para la deposición química.

Por ejemplo, en una primera variante, que se ilustra en la figura 3, el movimiento giratorio del mandril 3a se transmite al soporte cilíndrico 100 realizando, en lugar de un acople deslizante entre la clavija 16a y la ranura 15a, un encaje de forma entre la superficie exterior de la funda 17a asociada con el soporte cilíndrico 100 y la superficie interna de la funda 12a asociada de forma rígida con el mandril 3a. En dicho caso, las secciones de la funda 17a y de la funda 12a tendrán una simetría no circular, por ejemplo cuadrada, o hexagonal, como se ilustra en la figura 3. Entre las dos fundas se prevén ventajosamente una pluralidad de cojinetes 170 para permitir adecuadamente el deslizamiento relativo de las fundas.

En una segunda variante, que se ilustra en las figuras 4a y 4b, sobre la superficie exterior de la funda 17a y sobre la superficie interior de la funda 12a se realizan bordes opuestos, que se indican respectivamente como 171 y 172 (por ejemplo cuatro bordes igualmente separados sobre cada funda, como se ilustra), adecuados para cooperar mutuamente en estribo durante el giro del mandril 3a, de forma que la funda 12a fuerza que gire la funda 17a, y por tanto el soporte cilíndrico 100. Entre las dos fundas se prevén, en correspondencia con un tramo longitudinal anterior o posterior a donde se encuentran formados los bordes 171, 172, una pluralidad de cojinetes 173 adecuados para permitir el deslizamiento relativo entre las dos fundas. Entre los bordes 171 y 172 se prevén otros cojinetes 174 adecuados para facilitar dicho deslizamiento relativo.

En otra variante, que se ilustra en la figura 5, el movimiento giratorio del mandril 3a se transmite al soporte cilíndrico 100 realizando, en lugar del acople deslizante entre la clavija 16a y la ranura 15a, una transmisión magnética entre la funda 12a, integral con el mandril 3a, y el miembro de agarre 13a, integral con el soporte cilíndrico 100. En dicho caso, dentro del asiento deslizante 132a de la funda 12a se encuentra montado de forma rígida un imán permanente 180; de igual forma, en la superficie exterior del tramo de extremo libre del eje 131a del miembro de agarre 13a se encuentra montado de forma rígida otro imán permanente 181. La acción magnética entre los dos imanes realiza la fijación en el giro, en el sentido de que cuando la funda 12a gira fuerza a girar al elemento de agarre 13a, y por tanto al soporte cilíndrico 100.

Como ya se ha indicado, el dispositivo 10 de la presente invención comprende un dispositivo 110 (figuras 6, 7 y 8) para inducir una oscilación del soporte cilíndrico 100 durante el procedimiento de deposición química. Un dispositivo de este tipo se aloja preferiblemente dentro de cualquiera de las dos fijaciones elásticas 11a, 11b, y es una parte integral de dicha fijación elástica.

En una primera realización de la misma, que se ilustra en la figura 6, el dispositivo 110 es un dispositivo neumático que comprende un pequeño pistón de empuje 20 que se aloja de forma deslizante dentro del asiento deslizante 132a de la funda 12a. Dicho pistón pequeño 20 es actuado por medio de aire comprimido que entra en el asiento 132a a través de una abertura adecuada 21. Dicha abertura está formada sobre una cubierta 22 dispuesta en correspondencia con el extremo libre de la funda 12a. El pequeño pistón de empuje 20, cuando se activa, coopera con el eje 131a del miembro de agarre 13a, impulsándolo para deslizarse dentro del asiento 132a de la funda 12a, cargando al resorte 14a; en el momento en el que se descarga la presión de aire, el miembro de agarre 13a (y por tanto el soporte cilíndrico 100 asociado de forma rígida con el mismo) empieza a oscilar alrededor de la posición de equilibrio del resorte 14a.

En una realización alternativa del mismo, que se ilustra en la figura 7, el dispositivo 110 para inducir la oscilación es un dispositivo electromagnético que comprende un solenoide 30 asociado de forma rígida con un estator 31 proporcionado en una posición anterior al mandril 3a. El solenoide 30 es coaxial con el eje 131a del miembro de agarre 13a, el cual a su vez aloja un imán permanente 32. El paso de corriente al solenoide 30 produce una fuerza axial sobre el miembro de agarre 13a cargando al resorte 14a; por medio de interrumpir el suministro de corriente al solenoide 30 el miembro de agarre 13a comienza a oscilar alrededor de la posición de equilibrio del resorte 14a.

Como se ilustra en la figura 8, el dispositivo de la presente invención comprende también un dispositivo 111 para detectar la frecuencia de oscilación del soporte cilíndrico 100 durante el procedimiento de deposición química. Un

ES 2 275 908 T3

dispositivo de este tipo comprende, en concreto, un dispositivo para detectar la posición en el tiempo del soporte cilíndrico 100 y para generar una señal que representa dicha posición, y un dispositivo para procesar dicha señal para obtener la frecuencia de oscilación de un soporte de este tipo.

5 En la realización que se ilustra en la figura 8, el dispositivo para detectar la señal que representa la posición en el tiempo del soporte cilíndrico 100 comprende una diana 40 asociada de forma rígida con el tramo de extremo 100a del soporte cilíndrico 100, y un medidor óptico 41 adecuado para medir la distancia de dicha diana 40. En concreto, el medidor óptico 41 comprende una fuente de emisión (que no se ilustra) de una señal luminosa hacia la diana 40, un dispositivo (que no se ilustra) para recibir la señal luminosa dispersada por la diana 40, y un dispositivo (que no se ilustra) para procesar la señal luminosa recibida para generar una señal eléctrica que representa la distancia de la diana 40. El medidor 41 está equipado con una salida capaz de transmitir la señal eléctrica a un calculador 112 equipado con una placa de adquisición de datos para calcular el peso de la preforma según la frecuencia de oscilación detectada.

15 Como alternativa al dispositivo arriba descrito es posible utilizar otros dispositivos (que no se ilustran) para medir la frecuencia de oscilación de la preforma. Por ejemplo, la detección de la frecuencia de oscilación se puede realizar por medio de un sensor de proximidad asociado con la funda 2a y adecuado para detectar la posición en el tiempo del miembro de agarre 13a. Como sensor de proximidad se puede utilizar ventajosamente el propio resorte 14a, que no es otra cosa que un solenoide con una inductancia variable con la elongación.

20 En principio, puesto que la frecuencia de la oscilación axial ω está relacionada con la masa de oscilación M por medio de la siguiente relación:

$$25 \quad M = \frac{k}{\omega^2}$$

donde k es la constante elástica del resorte 14a, conocer la constante elástica k del resorte 14a y la frecuencia de oscilación axial de la preforma 200 durante el procedimiento de deposición química significa que se conoce la masa, y por tanto el peso de la preforma 200 en formación.

30 Son posibles varios procedimientos para calcular la frecuencia de oscilación. Como ejemplo, uno de ellos se describe en detalle.

35 Por medio del calculador 112 equipado con una placa de adquisición se analiza continuamente la señal eléctrica procedente del medidor óptico 41. La frecuencia de adquisición de la señal debe ser tal que pueda describir correctamente la señal eléctrica, por ejemplo es suficiente que sea mayor que el doble de la frecuencia de la señal. En este caso la frecuencia de muestreo es igual a:

$$40 \quad \omega_{\min} = 2 \cdot \sqrt{\frac{k}{M_{\min}}}$$

donde k es la constante elástica del sistema elástico y $M_{\min}$ es la masa de oscilación mínima, es decir igual a la masa del soporte cilíndrico 100 al principio del procedimiento de deposición química. Debería tenerse en cuenta que, en el caso de una máquina con una orientación horizontal, como la que se ilustra en las figuras adjuntas, el sistema elástico comprende dos fijaciones elásticas 11a, 11b, cada una equipada con un resorte respectivo 14. Por tanto la constante elástica del sistema debe ser igual a la suma de las constantes elásticas de los resortes individuales presentes en las dos fijaciones elásticas opuestas 11a, 11b. Por otro lado, en el caso de una máquina con una orientación vertical, si es con una única fijación elástica, la constante elástica del sistema será igual a la constante elástica del único resorte previsto en la única fijación elástica del dispositivo.

55 Por medio de un sistema de umbral, el registro de la señal eléctrica se activa en el momento en el que empieza la oscilación; el registro a continuación se extiende durante un periodo de tiempo determinado (que se escoge experimentalmente de forma que sea mayor que el tiempo de amortiguación de la oscilación). La señal eléctrica se puede describir bien por medio de una función del tipo:

$$S(t) = A \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\omega t + \Phi) + \Delta$$

60 por tanto, a través de un cálculo de regresión no lineal, es posible estimar los parámetros A, α , Φ , Δ y finalmente la frecuencia ω .

Dada la frecuencia es posible evaluar la masa de oscilación a través de la relación:

$$65 \quad M = \frac{k}{\omega^2}$$

válida en el caso de un oscilador armónico ideal; en una situación real es preferible realizar una calibración del sistema con masas conocidas para determinar de forma experimental la relación $M = M(\omega)$.

En otras realizaciones alternativas, se pueden utilizar las otras frecuencias de oscilación del soporte cilíndrico 100 como cuerpo rígido, detectando cualquiera de los otros modos de oscilación del soporte cilíndrico 100; en correspondencia con los seis grados de libertad de un cuerpo rígido existen ciertamente tres modos de oscilación de traslación y tres modos de oscilación de rotación a los cuales corresponden frecuencias de oscilación respectivas.

Cuando se encuentra en funcionamiento, con referencia a la realización de la máquina de deposición química 1 y al dispositivo de medida del peso 10 que se ilustran en las figuras adjuntas 1 y 8, el soporte 100 para la deposición química, con la diana 40 asociada, se monta sobre la máquina 1 asociando los extremos libres respectivos con las juntas elásticas opuestas 11a, 11b. La máquina 1 se activa a continuación para realizar el procedimiento de deposición química, durante el cual el soporte cilíndrico 100 gira alrededor de sí mismo y el quemador 4 se traslada de forma paralela al soporte cilíndrico 100 y deposita sobre el mismo las sustancias químicas para la formación de la preforma. La campana de succión 5 elimina los gases de descarga producidos por el quemador 4.

Durante el procedimiento de deposición química se realiza de forma repetida por medio del dispositivo 10 una medida del peso de la preforma que se va formando gradualmente. Para dicho propósito, se induce una oscilación del soporte cilíndrico 100 a través del dispositivo neumático que se ilustra en la figura 6 y que arriba se ha descrito (o alternativamente a través del dispositivo magnético que se ilustra en la figura 7 y que también arriba se ha descrito).

Por medio del dispositivo óptico de medida de distancia 41 se envía una señal luminosa a la diana 40 y a continuación se detecta. La señal que se obtiene de esta forma representa la distancia variable entre la diana 40 y el medidor óptico 41 y, por tanto, contiene información relativa a la frecuencia de oscilación de la preforma.

La señal eléctrica detectada por el medidor óptico 41 se envía a continuación al calculador 112, donde se procesa para obtener finalmente, por ejemplo según el procedimiento de cálculo que arriba se ha descrito, la progresión del peso de la preforma al avanzar el procedimiento de deposición química.

30 Ejemplos

Se han realizado diferentes series de pruebas experimentales para demostrar el funcionamiento del dispositivo de la presente invención. Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

- 35 1. Pruebas de reproducibilidad (con preforma no giratoria).
2. Pruebas con preforma giratoria.
3. Pruebas con diferentes distribuciones axiales de las masas.
- 40 4. Pruebas con diferentes temperaturas de resorte.

La oscilación se creó generando un impulso capaz de forzar un desplazamiento del soporte cilíndrico de aproximadamente 5 mm respecto a la posición de equilibrio. Para detectar la frecuencia de oscilación se utilizó un medidor de distancia láser comercial, que se puede adquirir de la compañía Keyence.

Pruebas de reproducibilidad

La primera serie de pruebas se realizó midiendo la frecuencia de oscilación de una preforma, no giratoria, a la cual se añadieron diferentes masas conocidas. Para cada valor de masa adicional se realizaron diferentes pruebas para evaluar la curva de calibración del sistema $M = M(\omega)$ y el grado de reproducibilidad de las medidas. La primera serie de pruebas se realizó sin añadir ninguna masa a la preforma. Estas series sucesivas de pruebas se realizaron para tres valores diferentes de masa adicional.

Las pruebas se realizaron con una máquina con orientación vertical equipada con un único resorte en correspondencia con el extremo inferior de la preforma. La constante elástica del resorte era de 1,6 kN/m. La masa de comienzo de la preforma era de 2,690 kg (sin ninguna masa adicional), mientras que la masa final (masa de la preforma más la masa adicional máxima) fue de 4,990 kg.

Los resultados de estas pruebas se muestran en el gráfico de la figura 9, que representa la frecuencia de oscilación medida como función de la masa.

La curva de calibración puede describirse bien por ejemplo a través de un polinomio cúbico.

Se realizó una primera estimación de los valores de frecuencia obtenidos a través de pruebas repetidas utilizando la misma masa. A continuación se realizó una estimación para los diferentes valores de masa.

ES 2 275 908 T3

La desviación estándar media de la estimación de frecuencia a través de repetidas pruebas utilizando la misma masa es igual a 0,0116 Hz. Por tanto se probó que, por medio de la repetición incluso de un pequeño número de medidas, la precisión media sobre la estimación del peso puede ser muy buena.

5 *Pruebas con una preforma giratoria*

La segunda serie de pruebas se realizó para el propósito de evaluar posibles perturbaciones ligadas al giro de la preforma. Se tomaron diferentes medidas utilizando el mismo peso de la preforma a diferentes velocidades de giro.

10 Las pruebas se realizaron con una máquina con orientación horizontal equipada con dos resortes en correspondencia con los extremos opuestos de la preforma. La constante elástica de los resortes era de 1,6 kN/m. La masa de la preforma se mantuvo constante e igual a 2,690 kg.

15 El gráfico de la figura 10 muestra los resultados de estas medidas que demuestran una independencia sustancial de la frecuencia de oscilación respecto a la velocidad de giro de la preforma. Ciertamente, se observó un aumento de la desviación estándar de las medidas, las cuales sin embargo mantienen el mismo valor medio.

Pruebas con diferentes distribuciones axiales de las masas

20 La tercera serie de pruebas se realizó con el propósito de demostrar que el procedimiento para la medida del peso de la presente invención es sustancialmente independiente de la distribución de masas a lo largo del eje de la preforma.

Dos series de medidas se realizaron utilizando la misma masa adicional:

- 25 - con un peso adicional en correspondencia con uno de los extremos de la preforma;
- con un peso adicional en correspondencia con el extremo opuesto de la preforma.

30 Las pruebas se realizaron con una máquina con orientación horizontal equipada con dos resortes idénticos en correspondencia con los extremos opuestos de la preforma. La constante elástica de los resortes era de 1,6 kN/m. La preforma no se hizo girar. La masa de comienzo era de 2,690 kg (sin masa adicional), mientras que la masa adicional (primero en un extremo y a continuación en el otro) era de 0,762 kg.

35 Las dos series de pruebas, que se muestran en la figura 11, no indican diferencias sustanciales en el valor medio.

Pruebas con diferentes temperaturas de resorte

40 La cuarta serie de pruebas se realizó para el propósito de demostrar la insensibilidad del procedimiento de medida de peso de la presente invención respecto a la temperatura, en concreto a la presencia de gradientes térmicos sobre la estructura. Se tomaron diferentes medidas mientras variaba la temperatura de un chorro de aire dirigido a una de las dos fijaciones elásticas. El campo térmico que se genera de esta forma presenta un máximo y un mínimo de temperatura en correspondencia con los extremos de la sujeción elástica que se considera, la cual se ve sometida por tanto a gradientes térmicos.

45 Las pruebas se realizaron con una máquina con orientación horizontal equipada con dos resortes idénticos en correspondencia con los extremos opuestos de la preforma. Las constantes elásticas de los resortes eran de 5,15 kN/m. Solamente se activó uno de los resortes. La preforma no se hizo girar. La masa de la preforma se mantuvo constante e igual a 2,690 kg.

50 El gráfico de la figura 12 muestra los resultados de estas pruebas que demuestran la insensibilidad de hecho de las medidas respecto a la temperatura.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10) para medir el peso de una preforma para fibras ópticas durante un procedimiento de deposición química para la formación de una preforma, **caracterizado** por el hecho de que comprende:

- por lo menos una fijación elástica (11a, 11b) para asociarse por lo menos con un tramo de extremo (100a, 100b) de un elemento alargado (100) que constituye un sustrato de deposición química para la formación de la preforma (200);

- un dispositivo (110) para inducir una oscilación sobre dicho elemento alargado (100);

- un dispositivo (111) para detectar la frecuencia de oscilación de dicho elemento alargado (100);

- un dispositivo (112) para calcular el peso de la preforma (200) según la frecuencia de oscilación detectada,

donde la fijación elástica es cualquier dispositivo para fijar la preforma al marco de la máquina de deposición química, comprendiendo un dispositivo de fijación de este tipo por lo menos un elemento elástico, como un resorte, adecuado para aplicar una acción elástica.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos única fijación elástica (11a, 11b) es una fijación con un único grado de libertad para permitir una oscilación axial de dicho elemento alargado a lo largo de su eje longitudinal X-X.

3. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que dicha por lo menos única fijación elástica (11a, 11b) comprende:

- un primer elemento de acople (12a) adecuado para asociarse rígidamente con un mandril giratorio (3a);

- un segundo elemento de acople (13a) adecuado para asociarse rígidamente con dicho elemento alargado (100);

donde dicho primero y dicho segundo elemento de acople (12a, 13a) se encuentran acoplados elásticamente y de forma deslizable y fijados respecto al giro.

4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que dicho primer elemento de acople (12a) define una primera funda y dicha por lo menos única fijación elástica (11a) comprende también una segunda funda (17a) asociada de forma rígida con dicho por lo menos único tramo de extremo (100a) de dicho elemento alargado (100) y montada de forma coaxial dentro de dicha primera funda (12a) por medio de la interposición de por lo menos un cojinete (18a) adecuado para permitir un deslizamiento relativo entre dichas primera y segunda funda (12a, 17a) a lo largo de dicho eje X-X.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, que comprende también una junta de bola (19a) situada entre dicha segunda funda (17a) y dicho por lo menos único tramo de extremo (100a) de dicho elemento alargado (100).

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende también una clavija (16a) asociada con dicho primer elemento de acople (12a) y acoplada de forma deslizable con una ranura (15a) formada sobre dicho segundo elemento de acople (13a).

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que dicho eje principal X-X es un eje horizontal, comprendiendo el dispositivo (10) dos fijaciones opuestas elásticas deslizantes (11a, 11b) adecuadas para asociarse con tramos de extremo opuestos (100a, 100b) de dicho elemento alargado.

8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que dicho eje principal X-X es un eje vertical, comprendiendo el dispositivo (10) una única fijación elástica deslizante (11a) adecuada para asociarse con un tramo de extremo (100a) de dicho elemento alargado (100).

9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho dispositivo (110) para inducir la oscilación se aloja dentro de dicha por lo menos única fijación elástica (11a, 11b).

10. Dispositivo según la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 3, en el que dicho dispositivo (110) para inducir la oscilación comprende un dispositivo neumático (20, 21, 22) que actúa sobre dicho segundo elemento de acople (13a).

11. Dispositivo según la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 3, en el que dicho dispositivo (110) para inducir la oscilación comprende un dispositivo electromagnético (30, 31, 32) que actúa sobre dicho segundo elemento de acople (13a).

12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho dispositivo (111) para detectar la frecuencia de oscilación comprende un dispositivo (40, 41) para detectar la posición en el tiempo de dicho elemento

ES 2 275 908 T3

alargado (100), adecuado para generar una señal indicativa de dicha posición, y un dispositivo para procesar dicha señal para obtener la frecuencia de oscilación del elemento alargado.

13. Dispositivo según la reivindicación 12, en el que dicho dispositivo (111) para detectar la posición de dicho elemento alargado (100) comprende una diana (40) que se asocia de forma rígida con dicho elemento alargado (100) y un medidor óptico (41) de la distancia de dicha diana (40).

14. Dispositivo según la reivindicación 13, en el que dicho medidor óptico (41) comprende una fuente de emisión de una señal luminosa hacia dicha diana (40), un dispositivo para recibir la señal luminosa dispersada por dicha diana (40), y un dispositivo para procesar la señal luminosa obtenida para generar una señal eléctrica que representa la distancia de dicha diana (40).

15. Procedimiento para la medida del peso de una preforma para fibras ópticas durante un procedimiento de deposición química para la formación de una preforma, **caracterizado** por el hecho de que comprende las etapas de:

- fijar de forma elástica un elemento alargado (100) que constituye un sustrato de deposición química a una máquina de deposición química (1) para la formación de la preforma;

- inducir una oscilación de dicho elemento alargado (100);

- detectar la frecuencia de oscilación de dicho elemento alargado (100);

- calcular el peso de la preforma (200) según la frecuencia de oscilación detectada.

16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que la etapa de inducir una oscilación de dicho elemento alargado (100) comprende las siguientes etapas:

- proporcionar aire comprimido, durante un tiempo predeterminado, dentro de un asiento (132a) que aloja un tramo de extremo (100a) de dicho elemento alargado (100);

- descargar el aire de dicho asiento (132a) después de dicho tiempo predeterminado.

17. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que la etapa de inducir una oscilación de dicho elemento alargado (100) comprende las siguientes etapas:

- proporcionar corriente, durante un tiempo predeterminado, a un solenoide (30) dispuesto en el exterior y de forma coaxial respecto al elemento de acople (13a) asociado de forma rígida con dicho elemento alargado (100), comprendiendo dicho elemento de acople (13a) por lo menos un imán permanente (32);

- interrumpir el suministro de corriente después de dicho tiempo predeterminado.

18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el que la etapa de detectar la frecuencia de oscilación de dicho elemento alargado (100) comprende las siguientes etapas:

- generar una señal que representa la posición en el tiempo de dicho elemento alargado (100);

- procesar dicha señal para obtener la frecuencia de oscilación del elemento alargado (100).

19. Procedimiento según la reivindicación 18, en el que la etapa de generar una señal que representa la posición en el tiempo de dicho elemento alargado (100) comprende las etapas de:

- enviar una señal luminosa hacia una diana (40) asociada de forma rígida con dicho elemento alargado (100);

- recibir una señal luminosa dispersada por dicha diana (40); y

- procesar la señal luminosa recibida para generar una señal eléctrica que representa la distancia de dicha diana (40).

20. Máquina de deposición química (1) para la formación de una preforma para fibras ópticas, que comprende:

- un marco (2) para sostener a lo largo de un eje X-X un elemento alargado (100) que constituye un sustrato de deposición química para la formación de una preforma (200);

- por lo menos un quemador (4) para depositar sobre dicho sustrato (100) una sustancia química para la formación de una preforma;

caracterizada por el hecho de que comprende un dispositivo para la medida del peso (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

ES 2 275 908 T3

21. Procedimiento de deposición química para la formación de una preforma para fibras ópticas, **caracterizado** por el hecho de que comprende las etapas de medir el peso de la preforma, durante la deposición química, por medio de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19.

5

10

15

20

25

30

35

40

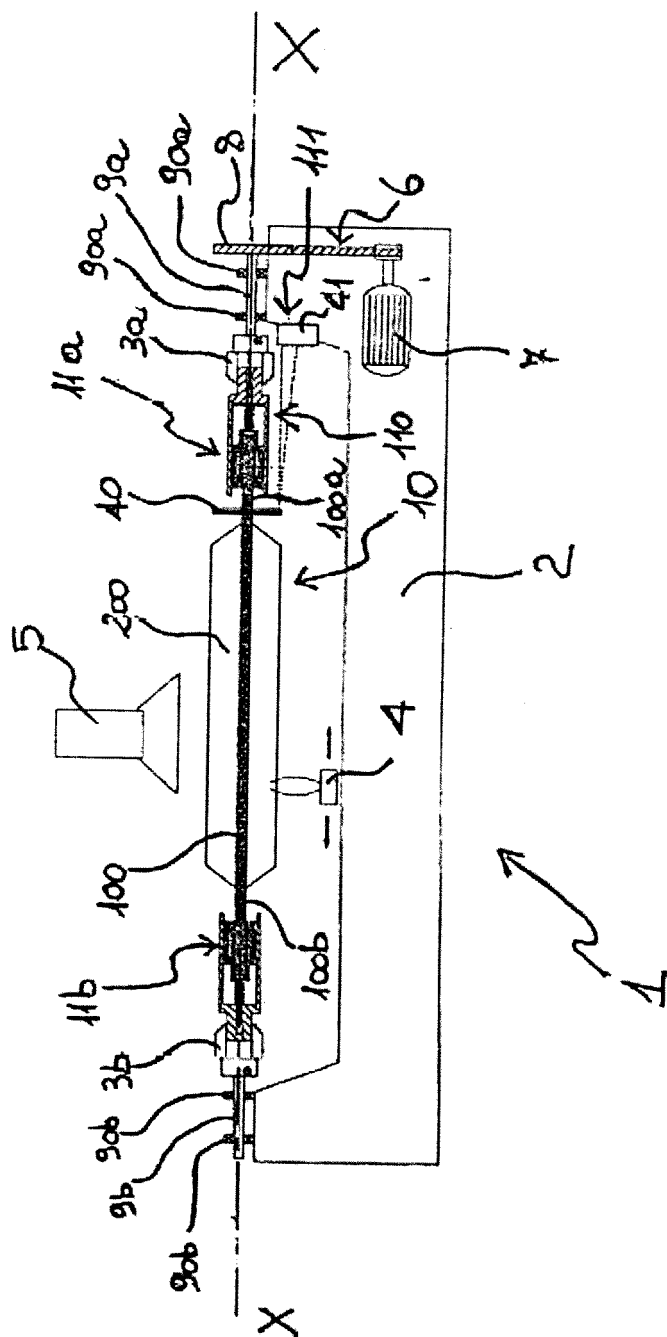
45

50

55

60

65



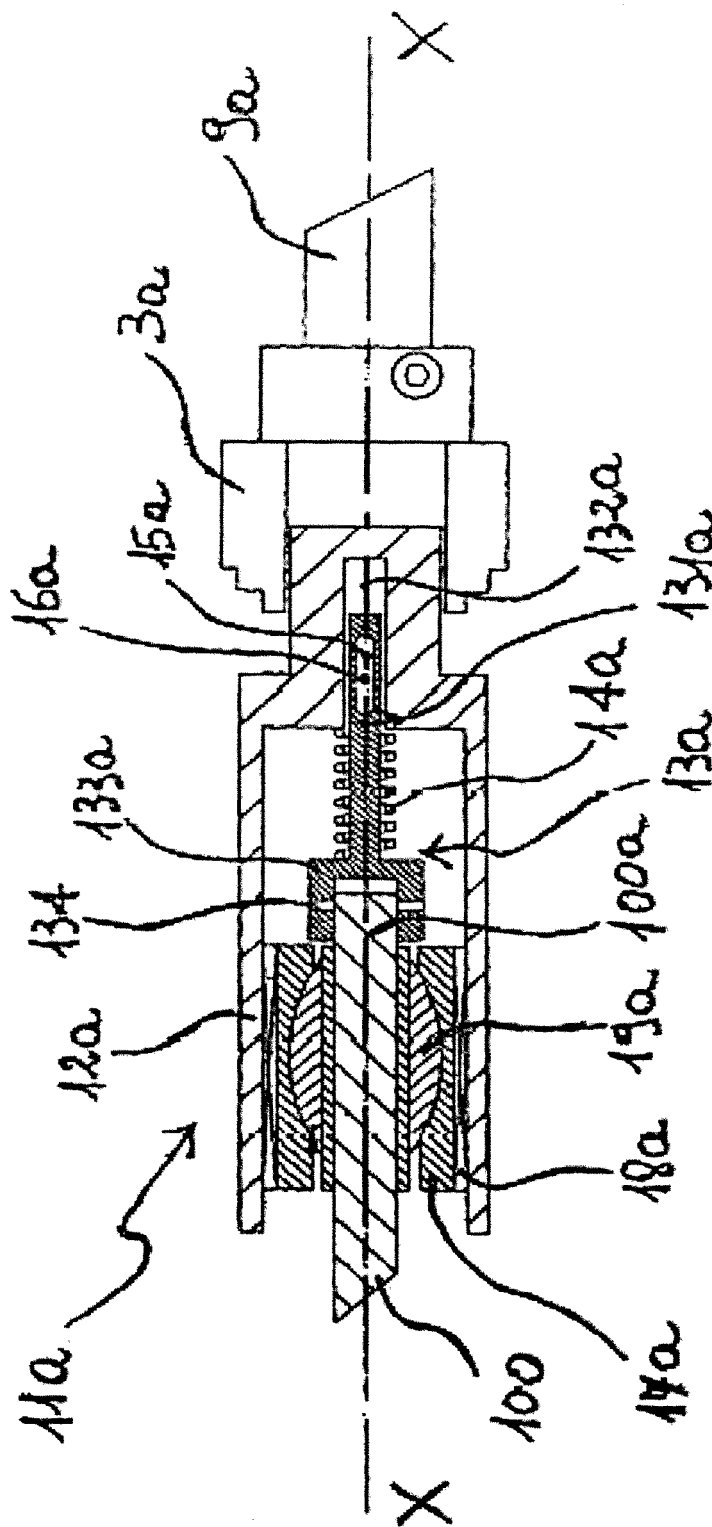
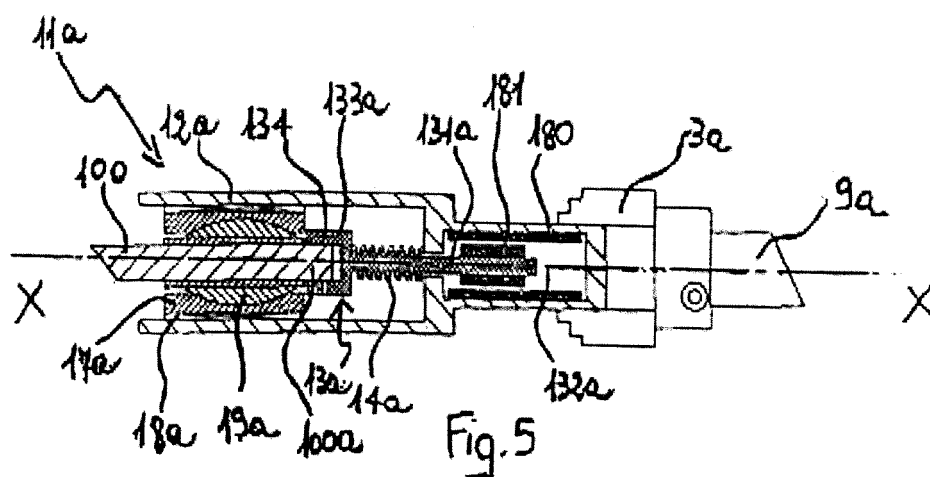
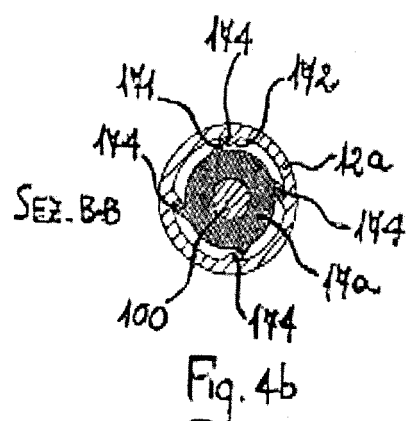
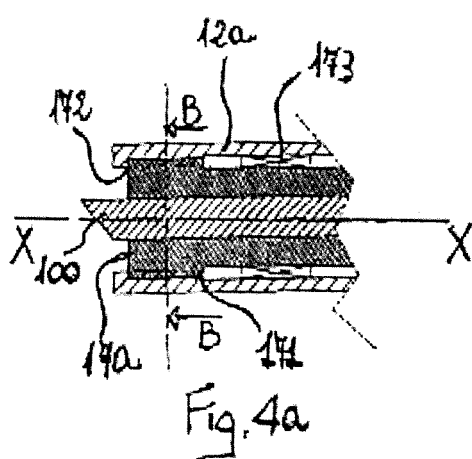
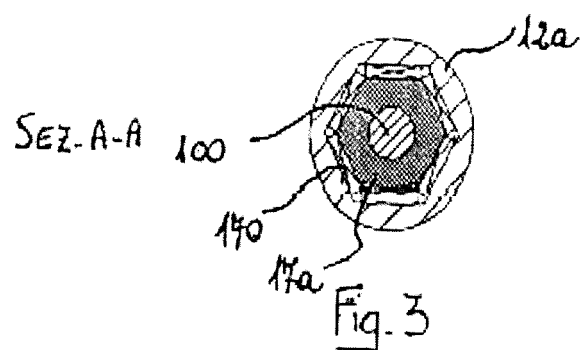
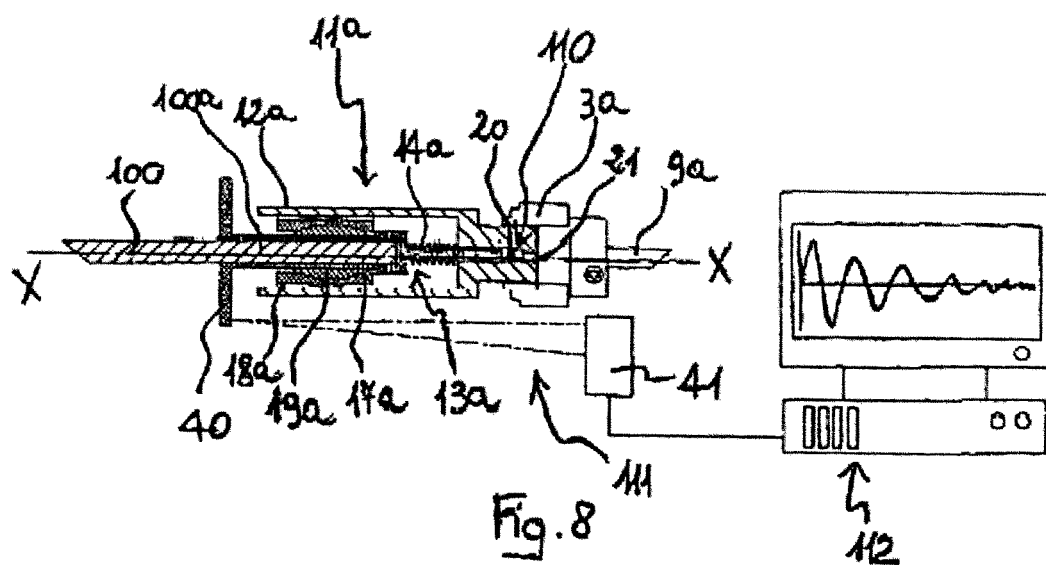
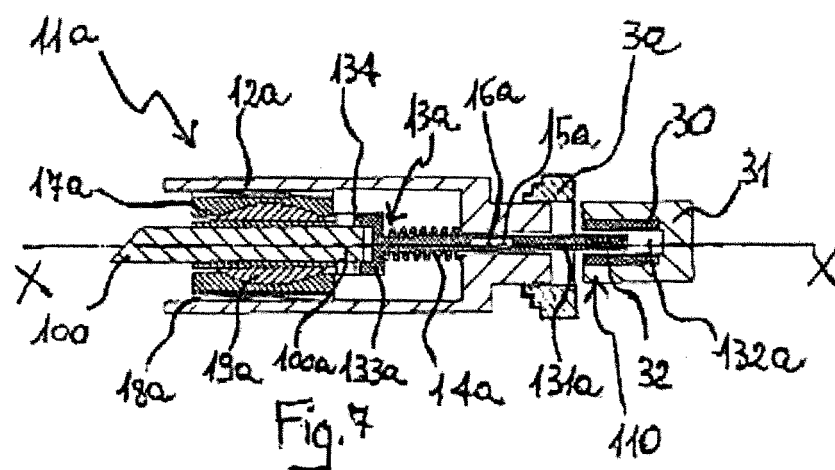
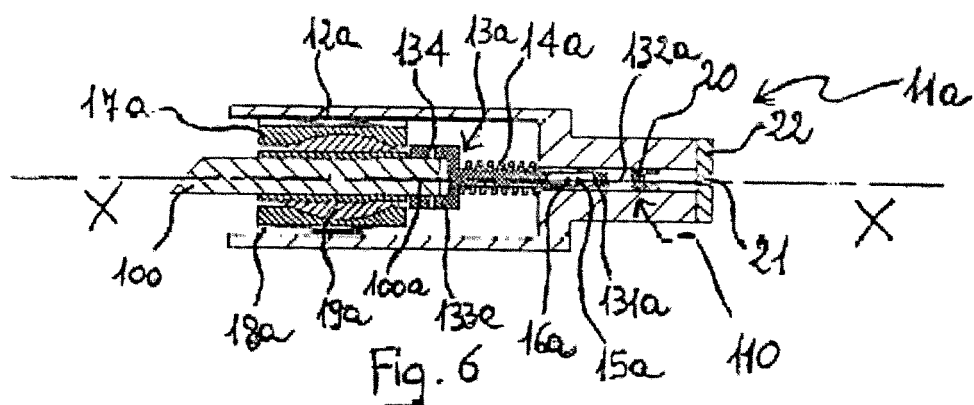


Fig. 2





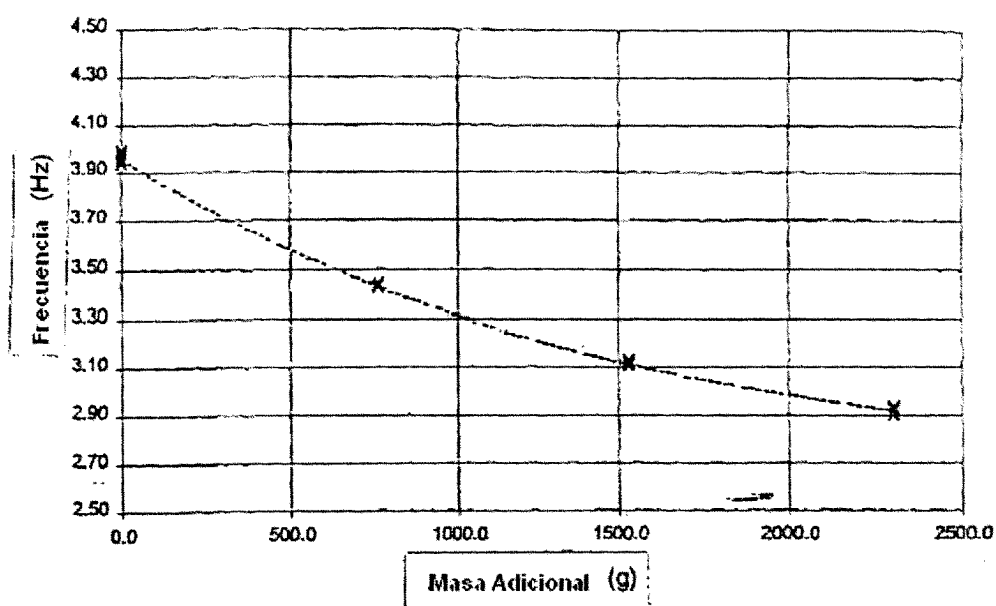


Fig. 9

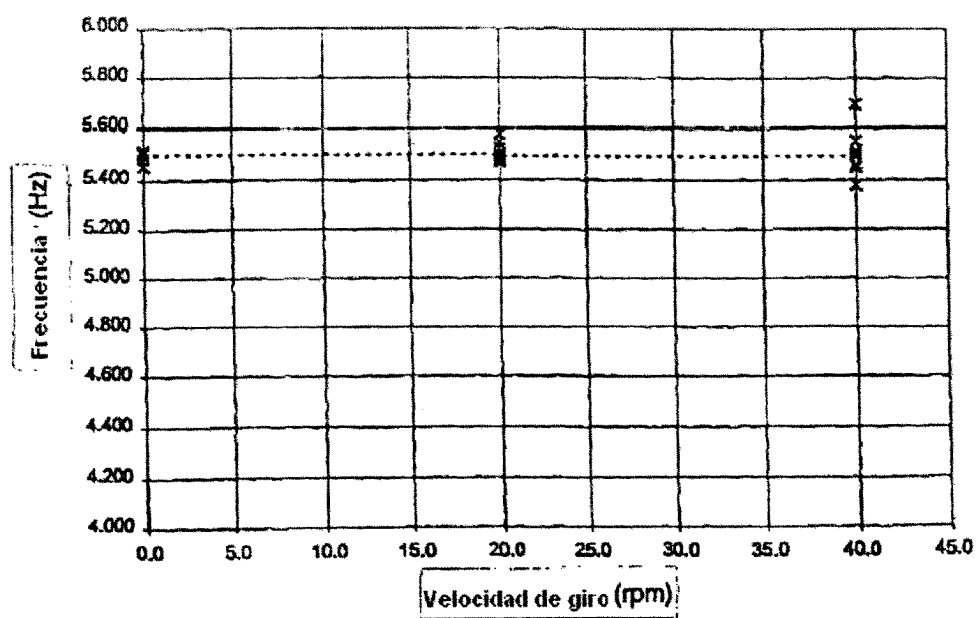


Fig. 10

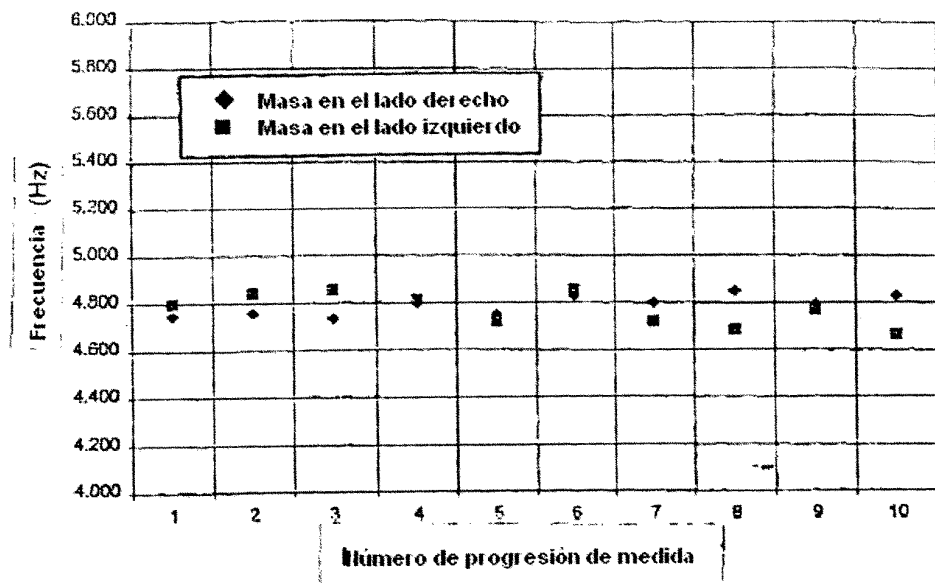


Fig. 11

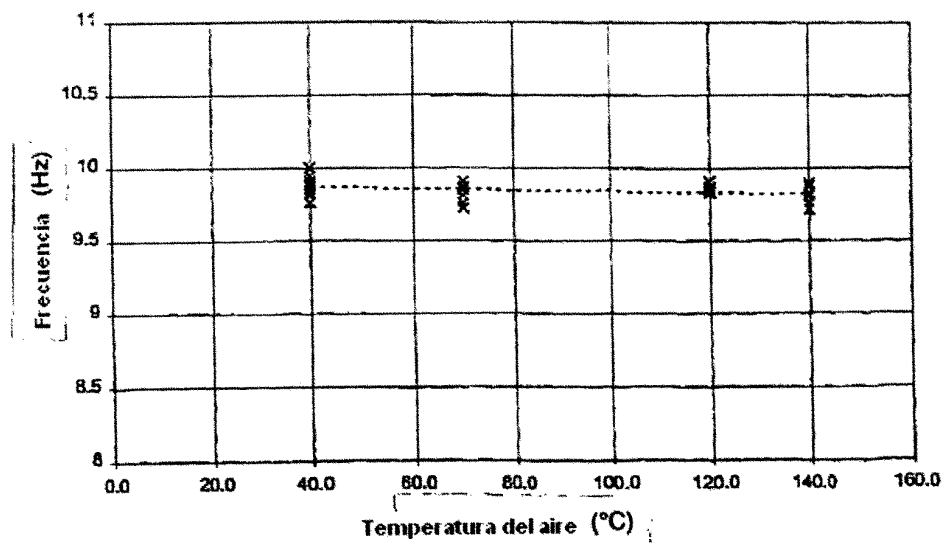


Fig. 12