

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 992**

51 Int. Cl.:

C03B 37/018 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07021689 .0**

96 Fecha de presentación: **08.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1923360**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.05.2008**

54 Título: **Aparato y procedimiento para llevar a cabo un proceso de deposición química en fase de vapor asistida por plasma (PCVD)**

30 Prioridad:

14.11.2006 NL 1032867

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

17.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

17.12.2012

73 Titular/es:

**DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)
DE BOELELAAN 7
1083 HJ AMSTERDAM, NL**

72 Inventor/es:

**VAN STRALEN, MATTHEUS JACOBUS
NICOLAAS;
HARTSUIKER, JOHANNES ANTOON;
MILICEVIC, IGOR y
LINDERS MOLTHOFF, ANTONIUSHENRICUS
JOHANNES PETRUS MARIA**

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 392 992 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 y procedimiento para llevar a cabo un proceso de deposición química en fase de vapor asistida por plasma (PCVD)

5 [0001] La presente invención se refiere a un aparato para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD, donde una o más capas de vidrio dopado o sin dopar son revestidas en el interior de un tubo de sustrato de vidrio, cuyo aparato comprende un aplicador que tiene paredes interior y exterior y una guía de microondas que se abre al aplicador, extendiéndose dicho aplicador sobre un eje cilíndrico y que está provisto con un canal adyacente a la pared interior, a través del cual pueden salir las microondas suministradas por la guía de microondas, sobre cuyo eje cilíndrico se puede posicionar el tubo de sustrato, mientras el aplicador está rodeado totalmente por un horno que se extiende sobre el eje cilíndrico citado.

10 [0002] La presente invención se refiere además a un procedimiento para fabricar una preforma, utilizando el aparato citado.

15 [0003] Un procedimiento para fabricar una preforma óptica es el proceso de deposición química en fase de vapor asistida por plasma (PCVD), que se conoce a partir de la patente EE.UU. nº 4.314.833 a nombre del ahora solicitante. De acuerdo con el proceso que se conoce a partir de este documento, una o más capas de vidrio dopado o sin dopar son depositadas en el interior del tubo de sustrato, utilizando un plasma de poca presión en el tubo de sustrato de vidrio. Después de que las capas de vidrio hayan sido depositadas en el interior del tubo de sustrato de vidrio, el tubo de sustrato de vidrio es posteriormente contraído en una barra maciza por calor. En una realización especial de la invención la barra maciza podría ser además provista externamente con una cantidad adicional de vidrio, por ejemplo por medio de un proceso externo de deposición en fase de vapor o utilizando uno o más tubos de sustrato preformados, obteniendo así un compuesto de barra. A partir de la preforma así producida, uno de cuyos extremos es calentado, son obtenidas fibras ópticas.

25 [0004] De acuerdo con la solicitud internacional WO 99/35304 a nombre del presente solicitante, se dirigen microondas desde un generador de microondas hacia un aplicador a través de una guía de ondas, cuyo aplicador rodea el tubo de sustrato de vidrio. El aplicador acopla la energía de alta frecuencia en el plasma. En un lado del tubo de sustrato son suministrados los gases reactivos dopados o sin dopar, después de lo cual tiene lugar una reacción bajo la influencia del plasma, y las capas de vidrio dopado o sin dopar son depositadas en el interior del tubo de sustrato. El otro extremo del tubo de sustrato se conecta a una bomba de vacío, de tal manera que en el interior del sustrato durante el proceso de deposición, cuya presión reducida se encuentra generalmente en un valor que oscila entre 5 y 50 mbar. El aplicador se mueve en vaivén en la dirección longitudinal del tubo, como resultado de lo cual se depositará una fina capa de vidrio en el interior del tubo de sustrato con cada carrera. El aplicador y el tubo de sustrato están generalmente rodeados de un horno para así mantener el tubo de sustrato a una temperatura de 900 a 1300° C durante el proceso de deposición.

35 [0005] A partir de la Patente Europea 1550640 a nombre del presente solicitante se conoce un aparato para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD, donde una bobina de choque que tiene una longitud y anchura específica se centra sobre el eje cilíndrico en el aparato, como se indica en el preámbulo de la presente descripción y es de forma anular, cuya bobina se dispone dentro del aplicador. Las dimensiones de la bobina han sido seleccionadas para disminuir las pérdidas de la energía de alta frecuencia durante el proceso de deposición completo, que permite un consumo eficiente de energía.

40 [0006] A partir de la patente de EE.UU. nº 6.901.775 se conoce un aparato para revestir internamente un tubo de sustrato por medio de un proceso PCVD, a partir de cuyo tubo de sustrato se fabrica la preforma, donde la unidad de suministro de gas incluye un inserto, que como se reivindica previene perturbaciones en el flujo de gas, cuya perturbación induce una onda estacionaria de un cierto periodo y amplitud en flujo de gas. De acuerdo con la patente de EE.UU. citada, dicha onda estacionaria es responsable a su vez de una deposición dada dentro de la región interna del tubo de sustrato, cuya deposición está caracterizada por un espesor no uniforme a lo largo de la dirección axial de este. Dicha falta de uniformidad en el espesor de la deposición se traduce en una falta de uniformidad en el diámetro exterior de la preforma, que es posteriormente objeto de un proceso de contracción, y la fibra óptica resultante de esta.

50 [0007] A partir del documento WO 03/086998 a nombre del presente solicitante se conoce un procedimiento y un dispositivo para fabricar preformas ópticas, en donde una o más de las capas de vidrio, dopado o sin dopar, son depositadas en la superficie interior del tubo de sustrato hueco, cuya deposición se efectúa mediante el suministro al interior del tubo de sustrato hueco de una o más mezclas de gases reactivos de compuestos formadores de vidrio y posteriormente generando en el tubo de sustrato hueco un plasma no isotérmico, después de lo cual el tubo de sustrato hueco, en la superficie interna del cual están presentes una pluralidad de capas de vidrio obtenidas por medio del proceso de deposición, es objeto de un proceso de contracción con el propósito de formar una barra de grandes dimensiones.

[0008] Un aspecto de la presente invención es proporcionar un tubo de sustrato de vidrio que tenga capas de vidrio depositadas por vapor con un espesor esencialmente uniforme y un índice de refracción n dirección axial uniforme,

cuyo tubo de sustrato es además posteriormente procesado en una barra maciza a través de un proceso de contracción. Finalmente, dicha barra maciza es convertida en una fibra óptica a través de un procedimiento de varia etapas.

5 [0009] Aún otro aspecto de la presente invención es proporcionar un aparato y un procedimiento para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD, cuyo aparato está configurado para minimizar cualquier perturbación de la energía de microondas desde el aplicador, ya que dichas perturbaciones afectan de forma adversa al funcionamiento óptico de la preforma eventualmente producida.

10 [0010] La presente invención como se indica en la introducción está caracterizada porque la horna es desplazable en vaivén respecto al tubo de sustrato a lo largo de su eje longitudinal, donde el aplicador (6) es desplazable dentro de la horna (5).

15 [0011] Uno o más de los aspectos anteriormente indicados son logrados mediante la utilización del presente aparato. Después de una extensa instigación y observaciones visuales del plasma activado por microondas, los presentes inventores han encontrado que se observa una distribución no uniforme de la energía de microondas, que es causada entre otros por dispersión o difusión de la potencia microondas. Los presentes inventores asumen, sin
 20 querer estar atados a dicha teoría, que parte de la potencia microonda es reflejada en las superficies conductoras, por ejemplo la pared interna del horno envolvente, pero también en las superficies semiconductoras. Más en general se puede decir que las microondas son reflejadas en el momento en el que la transición de materiales tiene lugar, por ejemplo aire/agua metal/plástico, aire/cerámica y los similares. Por tanto se asume que la distribución resultante de las microondas en relación al aplicador depende de la posición del aplicador, causando las denominadas
 25 potencias de onda microondas no uniformes, que puede resultar en temperaturas no uniformes e incluso en plasmas múltiples. Los presentes inventores han encontrado que haciendo tanto el aplicador como la horna desplazable en vaivén respecto del eje longitudinal del tubo de sustrato, la distribución no uniforme durante el proceso PCVD es debilitado o incluso reducido a un mínimo. Los sorprendentes resultados son que el valor del índice de refracción del tubo de sustrato así obtenido después de la deposición interna es substancialmente uniforme a lo largo de la
 longitud de este. Los presentes inventores han encontrado además que la denominada área superficial de sección transversal (CSA), calculada a partir del espesor de las capas depositadas por vapor, del tubo de sustrato como una función de la posición axial de éste, es substancialmente uniforme. El área de sección transversal puede ser calculada como sigue

$$csa = \frac{\pi}{4} (d_u^2 - d_i^2)$$

30 donde

du=diámetro externo capa x

di=diámetro interno capa x

CSA= área superficial de sección transversal capa x

35 [0012] En una realización especial se prefiere que el tubo de sustrato sea fijado o anclado en una posición en el aparato en ambos extremos de este y el aplicador y el horno sean desplazables a lo largo del eje longitudinal del tubo del tubo de sustrato. Dicha construcción es en particular ventajosa porque los equipos de PCVD existentes pueden ser adaptados de una forma simple. Es también posible girar el tubo de sustrato durante el proceso de deposición o soplarlo con un gas inerte para así prever deposiciones de particular de horna en la parte exterior del tubo de sustrato.

40 [0013] Para llevar a cabo un funcionamiento muy eficiente de la presente invención es preferible que la distancia sobre la cual el aplicador se desplaza entre un punto de inversión situado en el lado de suministro y un punto de inversión situado en el lado de descarga del tubo de sustrato, se seleccionada de manera que el horno rodeará el aplicador en todo momento. El movimiento del horno citado puede tener lugar de forma continua, de forma
 45 discontinua o por pasos. En otras palabras, durante el proceso de deposición el aplicador será movido de tal manera que el horno, que es igualmente desplazable, rodeará el aplicador en todo momento, lo que significa que el aplicador no puede desplazarse fuera del horno. Esto significa que el aplicador, que es desplazable sobre la longitud del tubo de sustrato también, estará situado en todo momento dentro del horno, que es también desplazable sobre la longitud del tubo de sustrato. La deposición de las capas de vidrio tiene lugar sobre la distancia en la que el aplicador es movido. El tubo de sustrato tiene una longitud mayor que la suma de la longitud del horno y el
 50 "movimiento" del horno desplazable. La razón de esto es que ambos extremos del tubo de sustrato están fijados en grapas que no pueden soportar la alta temperatura que existe en el horno.

5 [0014] El aplicador es preferiblemente de simetría cilíndrica y con forma anular, comprendiendo un espacio resonante que se extiende cilíndricamente de forma simétrica alrededor del eje cilíndrico y que tiene forma anular, cuyo espacio resonante comprende una hendidura que se extiende en un círculo completo sobre el eje cilíndrico, a través de cuya hendidura la energía de microondas de la guía de microonda es transportada, donde más en particular la guía se abre al espacio resonante.

[0015] Para realizar una transferencia óptima de la energía de microondas, es preferible que la guía de ondas tenga un eje longitudinal que se extienda de forma esencialmente perpendicular al eje cilíndrico, cuyo eje longitudinal no interseccione la abertura o el orificio, donde más particularmente el eje longitudinal no divida el espacio resonador en dos divisiones iguales.

10 [0016] Los presentes inventores han encontrado que el aplicador y el horno pueden desplazarse en la misma dirección o en dirección opuesta a lo largo de la longitud del tubo de sustrato.

[0017] En una realización específica es preferible que el horno se desplace en un movimiento gradual a lo largo del tubo de sustrato. Dicho movimiento gradual puede entenderse que comprende movimiento del horno a una localización, por ejemplo en el lado de descarga del tubo de sustrato, manteniendo esta posición durante algún tiempo posteriormente regresando el horno a su localización original, por ejemplo en el lado de suministro del tubo de sustrato. Esta última posición es preferiblemente mantenida durante un tiempo con lo cual también el horno es desplazado a la localización del lado de descarga del tubo de sustrato otra vez. También es posible desplazar el horno en pasos, por ejemplo desde el lado de suministro hacia el lado de descarga, durante cuyo movimiento la horno permanecerá por tanto de forma fija durante algún tiempo en posiciones específicas a lo largo de la longitud del tubo de sustrato, después de lo cual el horno continuará en su trayectoria y será parado otra vez. De acuerdo con tal perfil de velocidad el horno es movido en vaivén a lo largo de la longitud del tubo de sustrato en etapa, en el tiempo. El ciclo anteriormente indicado puede ser repetido durante todo el proceso de deposición o durante parte de este. Los presentes inventores han encontrado que tal ciclo de tiempo del movimiento del horno anteriormente descrito preferiblemente varía entre 1 y 600 segundos. Un valor de más de 600 segundos llevará a perturbaciones en el perfil, mientras que un valor inferior a 1 segundo llevará a resultados insuficientes en relación a la uniformidad de la CSA pretendida y al perfil de índice de refracción. Además de esto, un valor menor a 1 segundo podría conducir a problemas mecánicos. En una realización que utiliza un horno y un aplicador moviéndose a lo largo de la longitud del tubo de sustrato, se prefiere que la relación entre el ciclo de tiempo del horno y del ciclo de tiempo del aplicador no sea igual a un número entero. Para determinar la relación anterior, debe ser tomado el cociente del ciclo de tiempo más largo y más corto.

20 [0018] El movimiento del horno sobre el tubo de sustrato es preferiblemente equivalente a un múltiplo impar de un cuarto de la longitud de onda de las microondas utilizadas. En la práctica las microondas tienen una frecuencia de, por ejemplo 2,45 GHz, 890 MHz o 5,8 GHz. En la práctica son utilizadas distancias de 3, 9, 15 cm y similares. El termino "movimiento" se tiene que entender como la distancia en la que el horno es movido en la dirección longitudinal del tubo de sustrato.

25 [0019] De acuerdo con otra realización del presente procedimiento, el horno se mueve de forma continua entre las dos posiciones en el lado de suministro y en el lado de descarga del tubo de sustrato. Es preferible en este caso que la distancia sobre la que el horno se desplaza sea un múltiplo impar de un cuarto de la longitud de onda de las microondas utilizadas. Es además preferido que el cociente del ciclo de tiempo más largo y más corto no sea igual a un número entero cuando se compara el ciclo de tiempo del horno al ciclo de tiempo del aplicador. Por razones prácticas es utilizada una velocidad de movimiento del horno menor de 5cm/segundo, en particular 1 cm/segundo.

30 [0020] Aunque hasta ahora se ha descrito un horno en movimiento, también es posible en una realización específica proporcionar el horno internamente con partes o elementos que se desplacen a lo largo de la longitud del tubo de sustrato. En dicha realización el horno como tal adopta una posición fija, mientras las partes o elementos, preferiblemente hechos de metal, que están dispuestos de forma concéntrica alrededor del tubo de sustrato, son desplazados sobre la longitud del tubo de sustrato para prevenir una perturbación de la energía microondas, en el tiempo, durante el proceso de deposición.

[0021] De acuerdo con otra realización de la presente invención, el tubo de sustrato, que incluye las conexiones como son conocidas por el experto en la materia, es desplazable con respecto al horno y aplicador fijos.

35 [0022] El termino "desplazable a lo largo del eje longitudinal" como se utiliza aquí, deber ser entendido como un movimiento sobre la longitud del tubo de sustrato, cuyo movimiento puede tener lugar no solo paralelo al tubo de sustrato, visto en la dirección longitudinal de este, pero también bajo un cierto ángulo, por ejemplo desde la parte superior a la parte inferior o desde el lado frontal al lado posterior.

40 [0023] La presente invención además se refiere a un procedimiento para fabricar una preforma, que comprende llevar a cabo un proceso de deposición PCVD para depositar una o más capas de vidrio dopado o sin dopar en el interior de un tubo de sustrato de vidrio, caracterizado porque el proceso de deposición PCVD se lleva a cabo por medio del aparato descrito anteriormente, donde el tubo de sustrato se sitúa sobre el eje cilíndrico, dentro de la pared interna del aplicador, a cuyo interior del mencionado tubo de sustrato se suministran precursores de

formación de video, donde el tubo de sustrato y el aplicador son esencialmente coaxiales y donde el aplicador y el horno son movidos de en vaivén a lo largo de la longitud del tubo de sustrato.

5 [0024] La presente invención será ahora explicada a partir de varios ejemplos, en conexión a los cual debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la presente invención no esta limitada de ninguna manera por dicho ejemplos específicos. La frase "sin movimiento" utilizada con referencia a las figuras 1 y 2 significa sin movimiento del horno durante el proceso de deposición, y consecuentemente no forma parte de la invención.

[0025] La figura 1 muestra el índice de refracción relativo al sílice puro del núcleo de una barra como una función de la posición axial a lo largo de la longitud de la preforma.

10 [0026] La figura 2 muestra el área superficial de sección transversal (CSA) de un núcleo de una barra como una función a lo largo de la longitud de la preforma.

[0027] La figura 3 muestra el aparato de acuerdo con la presente invención para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD.

15 [0028] En la figura 3 se muestra un aparato de PCVD, donde un tubo de sustrato de vidrio 2 se posiciona sobre el eje cilíndrico 10. Se proporciona un tubo de sustrato de vidrio 2 con un lado de suministro 4 en su extremo izquierdo y un lado de descarga 3 en su extremo derecho, donde los precursores de formación de vidrio son suministrados al interior del tubo de sustrato 2 por el lado de suministro 4. El aparato 1 comprende un aplicador 6 que tiene paredes interior y una pared exterior y una guía de microondas 7 para guiar las microondas, dicha guía microondas 7 se abre al aplicador 6. El aplicador 6 está rodeado de un horno 5 que se extiende sobre el eje cilíndrico 10. El aplicador 6 es desplazable a largo de dicho eje cilíndrico 10 entre un punto de inversión situado en el lado de suministro 4 y de un punto de inversión situado en el lado de descarga 3. Durante el proceso de deposición el horno 5 es también desplazable en vaivén con respecto al tubo de sustrato 2 a lo largo del eje longitudinal de este. Estos significa que el horno 5 es desplazable a lo largo de la longitud del tubo de sustrato 2 entre la posición 9 en el lado de suministro 4 del tubo de sustrato 2 así como a la posición 8 en el lado de descarga 3 del tubo de sustrato 2. Durante el proceso de deposición el aplicador 6, será movido de tal manera que el horno 5, que es igualmente desplazable entre la posición 9 y la posición 8, rodeará el aplicador 6 en todo momento, lo que significa que el aplicador 6 no puede desplazarse fuera del horno 5. Esto significa que el aplicador 6, que es desplazable a lo largo de la longitud del tubo de sustrato 2, estará en todo momento posicionado dentro del horno 5. La deposición de las capas de vidrio dentro del tubo de sustrato 2 tiene lugar sobre la distancia en la que el aplicador 6 se mueve. El tubo de sustrato 2 tiene una longitud mayor que la suma de la longitud del horno 5 y del "movimiento", por ejemplo, la distancia entre la posición 9 y la posición 8, del horno desplazable 5.

Ejemplo 1 (comparativo)

35 [0029] Se lleva a cabo un proceso PCVD en un aparato PCVD de la técnica anterior que comprende un horno fijo, un tubo de sustrato fijo y una aplicador que se mueve en vaivén sobre dicho tubo de sustrato, durante cuyo proceso, se suministraron precursores de formación de vidrio al interior del tubo de sustrato. Bajo las condiciones dominantes en el interior del tubo de sustrato, siendo depositadas capas de vidrio concéntricas, utilizando una velocidad de aplicador habitual de 20 m/min. Después de que el proceso de deposición haya terminado, el tubo de sustrato por el obtenido es objeto de un proceso de contracción para así obtener una barra maciza. La figura 1 muestra el índice de refracción relativo al silicio puro del núcleo de la barra como una función de la posición axial. La figura 2 muestra el área de la superficie transversal (CSA) del núcleo de la barra por tanto obtenida como una función de la posición axial. Ambas figuras 1 y 2 muestran que no hay uniformidad sobre la posición axial de la barra de vidrio. Dicha falta de uniformidad tiene un efecto adverso en un gran número de parámetros de calidad de la fibra óptica obtenida a partir de ésta, tal como la atenuación y la uniformidad del modo de ancho de campo y ancho de banda.

Ejemplo 2

45 [0030] Fue utilizado el mismo aparato de PCVD como en el ejemplo comparativo 1, con la diferencia de que tanto el horno, como el aplicador, fueron movidos sobre la longitud del tubo de sustrato. El tubo de sustrato así obtenido fue formado en una barra maciza de la misma forma que en el ejemplo comparativo 1.

50 [0031] La barra maciza así obtenida fue objeto de una medición, con la figura 1 mostrando el índice de refracción relativo al sílice puro del núcleo como una función de la posición axial. La figura 2 muestra el área superficial de sección transversal (CSA) del núcleo de la barra como una función de posición axial para la misma barra. Ambas figuras 1 y 2 muestran un índice de refracción uniforme y CSA uniforme sobre una longitud de la preforma considerable. Parece posible reducir la falta de uniformidad a un mínimo mediante el movimiento del aplicador así como del horno con respecto al tubo de sustrato durante el proceso de deposición.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD, donde una o más capa de vidrio dopado o sin dopar son depositadas en el interior de un tubo de sustrato de vidrio (2) teniendo un lado de admisión (4) y un lado de descarga (3), cuyo aparato (1) comprende un aplicador (6) que tiene una pared interior y una pared exterior y una guía de microondas (7) para guiar microondas, cuya guía de microondas (7) se abre en el aplicador (6), con el aplicador (6) extendiéndose sobre un eje cilíndrico (10) y estando provisto con un canal adyacente a la cara interior, a través del cual las microondas suministradas mediante la guía de microondas (7) pueden salir, sobre cuyo eje cilíndrico (10) se dispone el tubo de sustrato de vidrio (2), mientras el aplicador (6) está rodeado por un horno (5) que se extiende sobre dicho eje cilíndrico (10), cuyo aplicador es desplazable a lo largo del eje cilíndrico citado (10) entre un punto (9) de inversión situado en el lado de admisión y un punto de inversión (8) localizado en el lado de descarga (3), caracterizado porque el horno (5) es desplazable en vaivén respecto del tubo de sustrato (2) a lo largo del eje longitudinal de este, donde el aplicador (6) es desplazable dentro del horno (5).
2. Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la distancia sobre la que el aplicador es desplazable entre un punto (9) de inversión localizado en el lado de admisión (4) y un punto (8) de inversión localizado en el lado de descarga (3) del tubo de sustrato (2) es tal que el horno rodea el aplicador (6).
3. Aparato (1) de acuerdo con una o ambas reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el aplicador (6) tiene simetría cilíndrica y de forma anular, comprendiendo un espacio resonante que se extiende de forma simétricamente cilíndrica sobre el eje cilíndrico (10) y que tiene forma anular, cuyo espacio resonante comprende una hendidura que se extiende en un círculo completo alrededor del eje cilíndrico (10), a través de cuya hendidura es transportada la energía de las microondas de la guía de microondas (7).
4. Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque la guía de microondas (7) se abre en el espacio resonante.
5. Aparato de acuerdo con cualquier de una o más de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la onda de guía (7) tiene un eje longitudinal que se extiende de forma esencialmente perpendicular al eje cilíndrico (10), cuyo eje longitudinal no intersecciona con la hendidura o el canal del espacio resonante.
6. Aparato (1) de acuerdo con las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque el eje longitudinal de la guía de ondas no divide el espacio resonantes en dos divisiones iguales.
7. Procedimiento para depósito de una o más capas de vidrio dopado o sin dopar en el interior tubo de sustrato de vidrio (2) por medio de un aparato (1) como se define en una o más de las reivindicaciones 1 a 6, donde el tubo de sustrato (2) se sitúa sobre el eje cilíndrico (10), dentro de la pared interior del aplicador (6), a cuyo interior del citado tubo de sustrato (2) se le suministran precursores de formación de vidrio, mientras que el aplicador (6) está rodeado por un horno (5) que se extiende sobre dicho eje cilíndrico (10), donde el tubo de sustrato (2) y el aplicador (6) son esencialmente coaxiales, donde el aplicador (6) se mueve en vaivén a lo largo de la longitud del tubo de sustrato (2) durante el proceso de deposición y crea condiciones de plasma para formar capas de vidrio en la superficie interior del tubo de sustrato de vidrio (2), caracterizado porque durante el proceso de deposición, el horno (5) se mueve respecto del tubo de sustrato (2) a lo largo del eje longitudinal de este, donde el aplicador (6) se mueve dentro del horno (5).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la distancia sobre la que se mueve el horno a lo largo del eje longitudinal del tubo de sustrato (2) es un múltiplo impar de un cuarto de la longitud de onda de las microondas que están siendo usadas en el aplicador (6).
9. Procedimiento de acuerdo con una o ambas reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque la relación entre el ciclo de tiempo del horno y del ciclo de tiempo del aplicador (6) no es igual a un número entero por lo que el ciclo de tiempo más largo se divide por el ciclo de tiempo más corto.

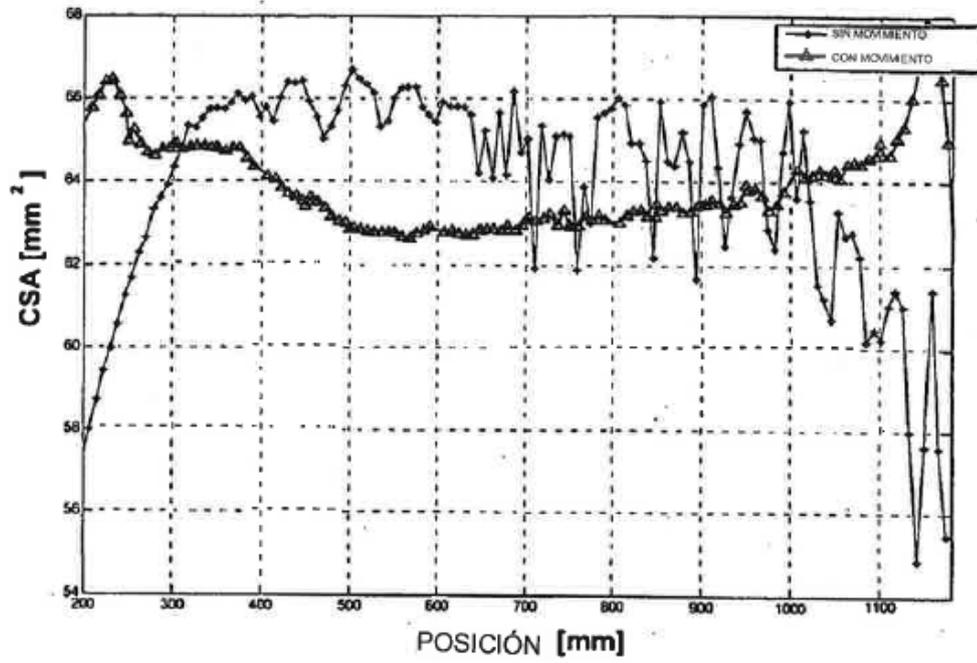


FIGURA 1

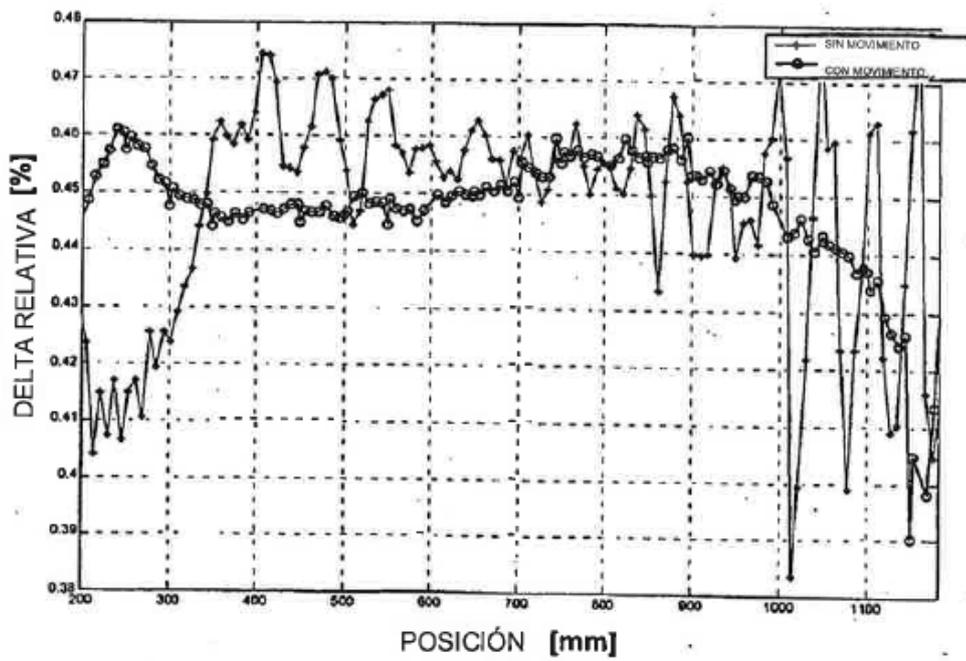


FIGURA 2

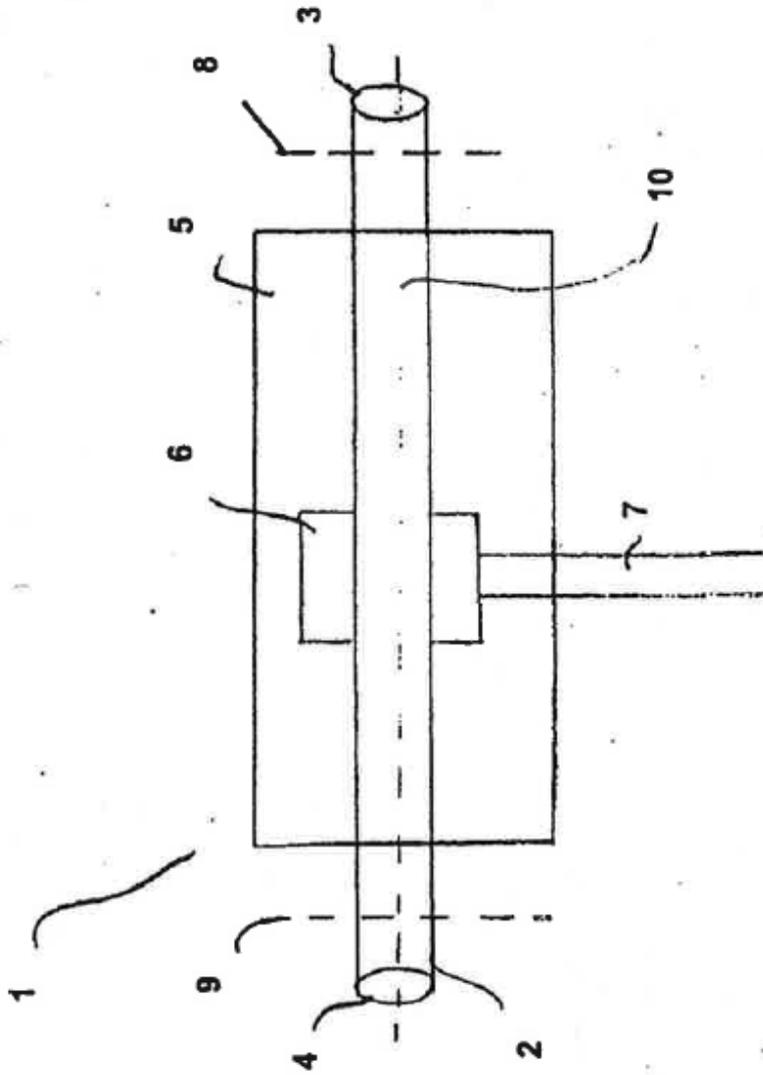


FIGURA 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5 Documentos de patente citados en la descripción

- US 4314833 A [0003]
- WO 9935304 A [0004]
- EP 1550640 A [0005]
- US 6901775 B [0006]
- WO 03086998 A [0007]