

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 176**

51 Int. Cl.:
C03B 37/018 (2006.01)
C23C 16/50 (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06076373 .7**
96 Fecha de presentación: **24.12.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1712527**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.10.2006**

54 Título: **HORNO PARA LLEVAR A CABO UN PROCESO DE DEPOSICIÓN QUÍMICA EN FASE DE VAPOR POR PLASMA (PCVD) Y MÉTODO ASOCIADO.**

30 Prioridad:
30.12.2003 NL 1025155

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.12.2011

73 Titular/es:
DRAKA FIBRE TECHNOLOGY B.V.
ZWAANSTRAAT 1
5651 CA EINDHOVEN, NL

72 Inventor/es:
Decker, Rob Hubertus Matheus y
Van Stralen, Mattheus Jacobus Nicolaas

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 371 176 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

Horno para llevar a cabo un proceso de deposición química en fase de vapor por plasma (PCVD) y método asociado

[0001] La presente invención se refiere a un dispositivo para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD, mediante el cual una o más capas dopadas son depositadas sobre la parte interior de un tubo formado por un sustrato de vidrio, incluyendo dicho dispositivo un aplicador que consta de una pared interior y otra exterior, así como de una guía de microondas que se abre en el interior del aplicador, extendiéndose dicho aplicador en torno a un eje cilíndrico, con un pasaje adyacente a la pared interior, a través del cual pueden salir las microondas, pudiendo situarse el sustrato tubular sobre dicho eje cilíndrico, y en el que al menos un regulador con forma anular, con una longitud l y una anchura b se encuentra centrado en torno al eje cilíndrico, en el interior del aplicador. Asimismo, la presente invención se refiere a un método de fabricación de una preforma, incluyendo dicho método un proceso de deposición PCVD con el fin de depositar una o más capas dopadas o sin dopar en el interior de un sustrato tubular de cristal, y la posterior contracción térmica del sustrato tubular formado de este modo para obtener una preforma.

[0002] Un método utilizado para la fabricación de una preforma óptica es el proceso deposición química en fase de vapor por plasma (PCVD), que se conoce gracias a la patente estadounidense Nº 4314833 que fue concedida al solicitante de esta invención. En virtud del proceso conocido gracias a este documento, un revestimiento formado por una o más capas vítreas dopadas o sin dopar se depositan en el interior de un sustrato tubular, utilizando plasma a baja presión en el sustrato tubular de vidrio, contrayéndose posteriormente el sustrato tubular para formar una barra sólida, mediante la aplicación de calor. En una realización especial, como revestimiento exterior de la barra maciza puede aplicarse una cantidad de vidrio adicional, por ejemplo, mediante un proceso externo de deposición en fase de vapor, o utilizando uno o más tubos de vidrio preformados, con lo que se obtiene una preforma compuesta. A partir de la preforma obtenida de este modo, se obtienen fibras ópticas calentando uno de los extremos de la misma.

[0003] De acuerdo con la solicitud internacional WO 99/35304, presentada en nombre de los solicitantes de la presente invención, las microondas procedentes de un generador de microondas se transportan a un aplicador a través de una guía de ondas, rodeando dicho aplicador el sustrato tubular de vidrio. El aplicador hace que la energía de alta frecuencia se acople en el plasma. Los gases de la reacción, que pueden estar dopados o no, se suministran en uno de los extremos del sustrato tubular, tras lo cual se produce una reacción bajo la influencia del plasma, y las capas vítreas, dopadas o sin dopar, se depositan en el interior del sustrato tubular. El otro extremo del sustrato tubular se conecta a una bomba de vacío, de tal forma que se genere una presión reducida, que por lo general oscila entre 5 y 50 milibares, en dicho sustrato tubular. El aplicador se desplaza hacia atrás y hacia delante en la dirección longitudinal del sustrato tubular con cada recorrido. El aplicador y el sustrato tubular suelen estar rodeados por un horno, a fin de mantener el sustrato tubular a una temperatura de 900 a 1300° C durante el proceso de deposición.

[0004] A fin de aumentar la capacidad de producción del proceso PCVD, resulta deseable aumentar la frecuencia a la que se depositan las capas dopadas o sin dopar en el interior del sustrato tubular de vidrio. No obstante, el aumento de la frecuencia de deposición requiere que la energía de alta frecuencia necesaria para la disociación del reactivo y la vitrificación de los gases presentes en el plasma aumente de forma proporcional. Los inventores han descubierto que las fugas de energía de alta frecuencia resultan cada vez más problemáticas cuando se utilizan unos niveles de alta frecuencia de más de 2,5 kW. La consecuencia de estas fugas es un consumo energético ineficaz. Asimismo, también suele generarse radiación ambiente, que puede provocar interferencias en el funcionamiento de los equipos electrónicos que se encuentran en su proximidad. Además de todo ello, por razones médicas, las fugas de radiación no resultan convenientes para el personal encargado de la operación. Los inventores de la presente invención han descubierto igualmente que dichas fugas de energía de alta frecuencia pueden tener como resultado la formación de una onda estacionaria en el sustrato tubular, lo que conlleva el riesgo de que se produzca una disrupción sinusoidal de la deposición de las capas vítreas a lo largo del sustrato tubular, lo cual no resulta deseable.

[0005] Por consiguiente, el objeto de la presente invención consiste en un dispositivo y un método para la realización de un proceso de deposición PCVD, en el que se puedan utilizar adecuadamente unos niveles de potencia superiores a los 2,5 kW, sin que se produzca ninguno de los inconvenientes mencionados anteriormente.

[0006] Otro de los objetos de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo para llevar a cabo un proceso de deposición PCVD en el cual, concretamente, la cantidad de radiación provocada por fugas durante el funcionamiento de dicho dispositivo para la realización del proceso de PCVD sea inferior a 100 W/m², medida a una distancia de 5 cm del dispositivo.

[0007] Concretamente, los inventores de la presente invención han descubierto que las fugas de energía de alta frecuencia procedente del aplicador, durante la deposición de las capas vítreas, se pueden reducir utilizando una bobina reductora o de choque que presente una geometría especial, así como mediante la elección de los materiales. Aunque la presencia de la bobina reductora es conocida *per se*, por ejemplo, gracias a las solicitudes internacionales WO 99/35304 y WO 03/049141, presentadas a nombre de los solicitantes de la presente invención, en dichos documentos no se mencionan cifras, condiciones y/o dimensiones especiales de dicha bobina reductora, ni mucho menos pueden obtenerse dichas cifras, condiciones y/o dimensiones a partir de los mismos. Por ejemplo,

gracias a la solicitud internacional WO 99/35304 se sabe, por ejemplo, que la bobina reductora puede adoptar la forma de una guía de ondas anular, estando dicha bobina reductora centrada en el eje cilíndrico, y situada de tal forma que se encuentra muy próxima a los dos extremos de la cavidad resonante.

5 **[0008]** Los inventores de la presente invención han descubierto que la fuga de energía de alta frecuencia, en una banda en la que se utiliza dicha energía, puede reducirse adicionalmente equipando al horno, en cuyo interior se mantiene el sustrato tubular a una temperatura que oscila entre 800 y 1300° C durante el proceso de deposición PCVD, con una carcasa metálica.

10 **[0009]** A pesar de que ambas posibilidades (la utilización de una bobina reductora y de una carcasa metálica) se describen en la presente solicitud, el objeto de la presente invención es tan sólo la carcasa metálica que se describe en las reivindicaciones 1 a 4.

15 **[0010]** Los problemas especiales que se plantean cuando se utiliza este tipo de proceso PCVD consisten, especialmente, en la hermeticidad de la hendidura del horno a través de la cual se desplaza la guía de ondas del resonador, así como la hermeticidad de los puntos en los que el sustrato tubular atraviesa el horno. Concretamente, la hendidura del horno a través de la cual se desplaza la guía de ondas que transporta la energía de alta frecuencia al aplicador debe cubrirse con una carcasa metálica, desplazándose dicha carcasa metálica longitudinalmente junto con el aplicador. Para impedir la fuga de radiaciones procedentes del horno, el sustrato tubular está rodeado preferiblemente, en dichas posiciones, por una guía de ondas cilíndrica cuya longitud de onda de corte es menor que la longitud de microondas que se está utilizando. En ejemplo de esto lo constituye un tubo metálico cuyo diámetro interno tiene un tamaño inferior a $c_0/(1.706 \times f)$, donde c_0 es la velocidad de la luz, y f es la frecuencia de las microondas. Por lo tanto, a una frecuencia de microondas de 2,45 GHz, el diámetro del tubo debe ser de menos de 71,7 mm, pudiendo construirse dicho tubo metálico con dos elementos opuestos. En una realización especial, dicha guía de ondas puede estar equipada con uno o más bobinas reductoras, lo cual resulta especialmente deseable cuando se utilizan unos elevados niveles de potencia, de más de 5 kW, para prevenir las fugas de radiación al entorno.

25 **[0011]** En una realización especial, la pared interior del horno puede también estar equipada con una capa que absorba la radiación de microondas, por ejemplo una capa de carburo de silicio (SiC). Preferiblemente, el espesor de dicha capa debe ser acorde con $\lambda/4$ (a una geometría y un índice de refracción de dicho material específicos). Una ventaja adicional de este tipo de construcción es que la radiación de microondas se convierte en calor, como resultado de lo cual ha de suministrarse menos energía al horno.

30 **[0012]** La presente invención se explicará más detalladamente en los siguientes párrafos, haciendo referencia a las figuras, en relación con las cuales, sin embargo, debe observarse que la presente invención no está en modo alguno limitada a una figura específica.

[0013] La figura 1 muestra esquemáticamente un aplicador como el utilizado en un proceso PCVD.

[0014] La figura 2 muestra esquemáticamente un horno en el que se efectúa el proceso PCVD.

35 **[0015]** La figura 1 muestra un ejemplo de un aplicador como el utilizado en el presente proceso PCVD. Las microondas procedentes de un generador de microondas (no mostrado) se transportan a un aplicador 10 a través de una guía de ondas 11. Mediante una cavidad resonante 12 y una hendidura 13 del aplicador, la energía de alta frecuencia procedente de las microondas se acopla a un plasma que se encuentra presente en el sustrato tubular 14, cerca de la cavidad resonante 12. En el aplicador se encuentran presentes unas bobinas reductoras 15, 16, que impiden la fuga de energía de alta frecuencia. Utilizando una longitud l de los resonadores que sea inferior a una cuarta parte de la longitud de onda, se optimiza el efecto de la bobina reductora. Por razones de índole práctica, la anchura b de un reductor suele seleccionarse de forma que sea inferior a la longitud l de la bobina reductora y de más de unos 3 mm. Si se utilizan dos reductores independientes 15, 16, como se muestra en la figura 1A, la separación d entre los dos reductores 15, 16 tiene un valor máximo de λ .

45 **[0016]** La figura 2 muestra esquemáticamente un horno utilizado para mantener el sustrato tubular de vidrio a una temperatura de 800 a 1300° C durante el proceso de deposición PCVD, estando dicho horno equipado con una carcasa metálica. En dicha figura puede observarse que la hendidura del horno 50 a través de la cual se desplaza la guía de ondas 51 que transporta la energía de alta frecuencia al aplicador se encuentra cubierta con una carcasa metálica, desplazándose dicha carcasa metálica junto con el aplicador. De este modo, un aplicador que rodea el sustrato tubular 54 se encuentra presente en el horno 50. La energía de alta frecuencia se transporta hasta el aplicador mediante la guía de ondas 51, desplazándose dicha guía de ondas 51 hacia atrás y hacia delante en el horno 50, como resultado de la presencia de una hendidura en el horno 50. El horno 50 está dotado de una carcasa metálica, que impide la fuga de energía de alta frecuencia al entorno. Concretamente, resulta deseable que la hendidura a través de la cual se desplaza la guía de ondas 51 se encuentre cubierta mediante unas placas 52, 53, estando igualmente dichas placas 52, 53 equipadas con una carcasa metálica, de forma que no puedan producirse fugas de energía de alta frecuencia a través de una hendidura del horno. Dichas placas 52, 53 garantizan que el horno 50 se encuentre cerrado en cualquier posición del aplicador y de la guía de ondas 51, de tal forma que no puedan producirse fugas de energía de alta frecuencia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Horno (50) para llevar a cabo un proceso de deposición química en fase de vapor por plasma (PCVD), **caracterizado porque** dicho horno (50) está equipado con una carcasa metálica para impedir las fugas de energía de alta frecuencia al entorno, en el que una hendidura del horno (50) a través de la cual se desplaza la guía de ondas (51) está cubierta por dicha carcasa metálica.
- 10 2. Horno según la reivindicación 1, caracterizado porque las posiciones en las que el sustrato tubular de vidrio (54) se extiende a través del horno (50) se encuentran rodeadas por un tubo metálico.
3. Horno según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el interior de dicho horno está equipado con una capa que absorbe la radiación de microondas.
- 15 4. Método para llevar a cabo un proceso de deposición química en fase de vapor por plasma (PCVD), caracterizado porque se utiliza un horno (50) para mantener un sustrato de vidrio (54) a una temperatura de 800 a 1300° C durante dicho proceso de deposición PCVD, en el que se transporta energía de alta frecuencia a un aplicador (10) mediante una guía de ondas (51), pudiendo dicha guía de ondas (51) desplazarse hacia atrás y hacia delante por dicho horno (50) como resultado de la presencia de una hendidura en dicho horno (50), donde dicha hendidura se encuentra cubierta por placas (52, 53), estando dichas placas (52, 53) equipadas con una carcasa metálica para prevenir las fugas de energía de alta frecuencia al entorno a través de dicha hendidura de dicho horno (50).

Fig. 1

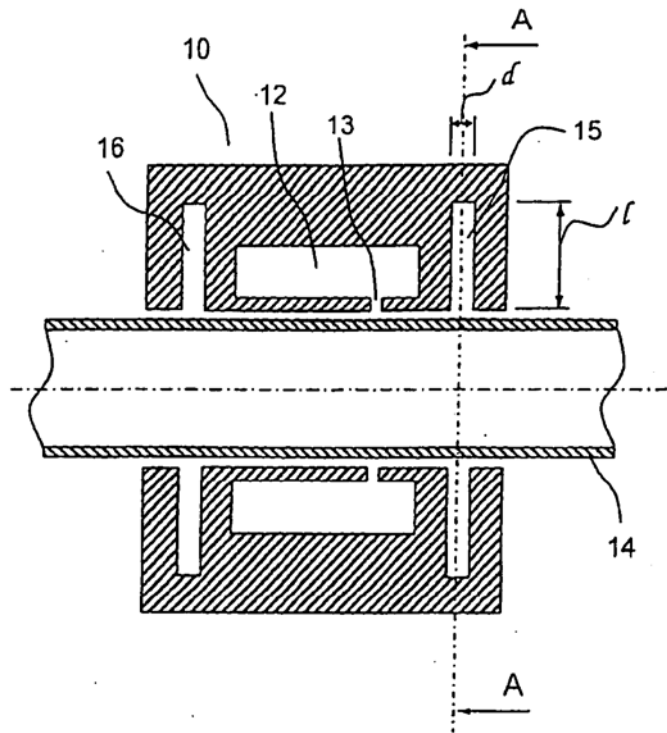
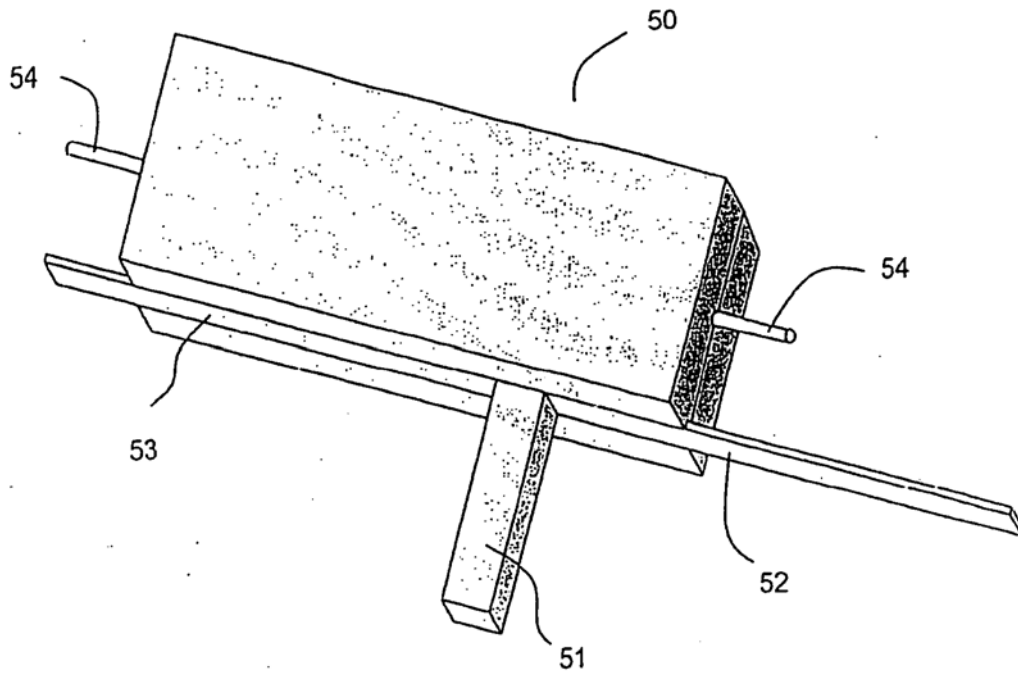


Fig. 2



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 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.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 4314833 A [0002]
- WO 03049141 A [0007]
- WO 9935304 A [0003] [0007]