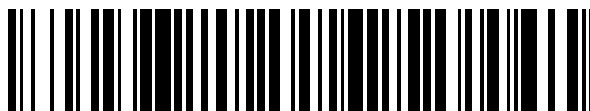


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 264**

51 Int. Cl.:

**C03B 37/018** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2015** **E 15166916 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017** **EP 2947056**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, así como el correspondiente conjunto formado por un tubo de sustrato**

30 Prioridad:

**22.05.2014 NL 2012866**

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

**01.02.2018**

73 Titular/es:

**DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)**  
**De Boelelaan 7**  
**1083 HJ Amsterdam, NL**

72 Inventor/es:

**MILICEVIC, IGOR;**  
**HARTSUIKER, JOHANNES ANTOON;**  
**VAN STRALEN, MATTHEUS JACOBUS**  
**NICOLAAS;**  
**KRABSHUIS, GERTJAN y**  
**KUIJPERS, ERIC ALOYSIUS**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

**ES 2 652 264 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

Procedimiento y dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, así como el correspondiente conjunto formado por un tubo de sustrato

**[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, incluyendo dicho dispositivo una fuente de energía y un tubo hueco de sustrato, donde dicho tubo hueco de sustrato comprende un lado de entrada y un lado de salida, pudiendo desplazarse la fuente de energía a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato, incluyendo adicionalmente el dispositivo un tubo de elongación acoplado al tubo hueco de sustrato en el lado de salida del mismo.

**[0002]** Por lo general, en el campo de las fibras ópticas, se depositan múltiples películas delgadas de cristal en la superficie interior de un tubo de sustrato. El tubo de sustrato está hueco para permitir la deposición en su interior. El tubo de sustrato puede ser de cristal, por ejemplo, cristal de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ). Los gases relacionados con la formación del cristal (o lo que es lo mismo, los gases de la reacción, que comprenden gases para la formación del cristal, y opcionalmente, precursores de los dopantes) se introducen en el interior del tubo de sustrato desde uno de sus extremos (denominado el "lado de entrada" del tubo de sustrato).

**[0003]** Las capas de cristal dopado o sin dopar (en función del uso de los gases de la reacción, con o sin uno o más precursores de los dopantes, respectivamente) se depositan en la superficie interior del tubo de sustrato. El resto de los gases se elimina o extrae desde el otro extremo del tubo de sustrato, denominado el "lado de salida" del tubo de sustrato. Opcionalmente, la eliminación se lleva a cabo mediante una bomba de vacío. La bomba de vacío posee el efecto de generar una presión reducida en el interior del tubo de sustrato, encontrándose generalmente dicha presión reducida dentro de un rango variable entre 5 y 50 mbar, o lo que es lo mismo, 500 y 5000 Pascal.

**[0004]** Se conocen diversos tipos de deposiciones químicas de vapor efectuadas a nivel interno (CVD), deposición de vapor axial (VAD), deposición química de vapor modificada (MDVD) y deposición química de vapor y deposición química de vapor asistida por plasma (PECVD o PCVD). La deposición química de vapor asistida por plasma (PECVD o PCVD) es un proceso que se utiliza para depositar delgadas películas que pasan de encontrarse en estado gaseoso (vapor) a encontrarse en estado sólido en un sustrato. A lo largo del proceso tienen lugar diversas reacciones químicas, que se producen tras la creación de un plasma de los gases de la reacción.

**[0005]** Por lo general, el plasma se induce mediante la utilización de una radiación electromagnética, preferiblemente microondas. Normalmente, la radiación electromagnética procedente de un generador se dirige hacia un aplicador mediante una guía de ondas, rodeando dicho aplicador el tubo de sustrato. El aplicador acopla la radiación electromagnética a un plasma generado en el interior del tubo de sustrato. El aplicador se desliza oscilando en la dirección longitudinal del tubo de sustrato. De este modo, el plasma formado, al que también se denomina "zona de reacción del plasma", también se desliza recíprocamente. Como resultado de este desplazamiento se deposita en cada pasada una delgada capa vitrificada de sílice sobre la parte interior del tubo de sustrato.

**[0006]** El aplicador y el tubo de sustrato suelen estar rodeados por un horno, a fin de mantener el tubo de sustrato a una temperatura de entre 900 y 1300° C a lo largo del proceso de deposición.

**[0007]** De este modo, el aplicador se desliza mediante una traslación a lo largo de la longitud del tubo de sustrato, dentro de los límites de un horno que rodea el tubo de sustrato, y el aplicador oscila en el interior del horno. Gracias a este movimiento de traslación, el plasma también se desliza en la misma dirección. Cuando el aplicador alcanza la pared interior del horno, en las cercanías de uno de los extremos del tubo de sustrato, se invierte el movimiento del aplicador de forma que se desplace hacia el otro extremo del tubo de sustrato en dirección a la otra pared interior del horno. Dicho de otro modo, el aplicador, y por consiguiente el plasma, alternan entre un punto de inversión, situado en el lado de entrada, y un punto de inversión situado en el lado de salida del tubo de sustrato. El aplicador, y por consiguiente el plasma, se desliza siguiendo un movimiento de vaivén a lo largo de la longitud del tubo de sustrato. Cada uno de los movimientos de vaivén se denomina una "pasada" o "carrera". Con cada pasada se deposita una fina capa de material de sílice vitificado en el interior del tubo de sustrato.

**[0008]** Normalmente, tan sólo se genera un plasma en una parte del tubo de sustrato, a saber, en la parte que se encuentra rodeada por el aplicador. Las dimensiones del aplicador son más reducidas que las dimensiones del horno y del tubo de sustrato. Los gases de la reacción se convierten en cristal sólido tan sólo en la posición del plasma, depositándose en la superficie interior del tubo de sustrato. Teniendo en cuenta que la zona de reacción del plasma se desliza a lo largo de la longitud del tubo de sustrato, el cristal se deposita de una forma más o menos uniforme a lo largo de la longitud del tubo de sustrato.

**[0009]** Cuando aumenta el número de pasadas, también se aumenta el espesor acumulado de estas delgadas películas, es decir, del material depositado, lo que conlleva una disminución del diámetro interior remanente del tubo de sustrato. Dicho de otro modo, el espacio hueco disponible en el interior del tubo de sustrato se va reduciendo con cada pasada.

**[0010]** Durante el proceso de deposición, el tubo de sustrato se fija a un torno de vidriero. El aplicador se desliza oscilando tan sólo a lo largo de parte de dicho tubo de sustrato. Esto presenta la desventaja de que tan sólo puede utilizarse una parte del caro tubo de sustrato para la preparación de fibras ópticas. Para superar dicho problema, se sabe, por ejemplo, gracias a los documentos que figuran a continuación, que puede fijarse una pieza de un tubo de vidrio de calidad inferior, por ejemplo, el denominado tubo de elongación, al menos al lado de salida de dicho tubo

de sustrato. De este modo se prolonga la longitud total del tubo. Los tubos de elongación se fijan al torno de vidrio, lo que hace que aumente la longitud efectiva del tubo de sustrato que puede utilizarse para la deposición

**[0011]** El documento JP S58 41734 describe una unidad para la fabricación de una preforma de fibra óptica en forma de barra, con la finalidad siguiente: Durante el proceso de producción, el polvo de cristal acumulado en el tubo de cuarzo se rasca mediante una barra oscilante, para impedir que el tubo de cuarzo se atasque, facilitar el ajuste de la presión interior y permitir el adecuado control del diámetro exterior.

**[0012]** El documento JP 2002 274861 describe un proceso y un dispositivo para el control de la presión interna en un tubo de sílice mediante un procedimiento de CVD.

**[0013]** El documento JP S59 217633 describe un dispositivo para la fabricación de una preforma de fibra óptica.

**[0014]** El documento JP 2002 274879 describe un eliminador de hollín, donde el problema que ha de resolverse se define como en qué forma puede facilitarse un dispositivo de eliminación para eliminar eficazmente el hollín sin necesidad de dañar un tubo de sílice.

**[0015]** En la solicitud de patente EP 1801081, presentada en nombre del solicitante de esta solicitud, se describe un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, en el que se encuentra presente un tubo de inserción en el interior del tubo de sustrato, en el lado de salida, cuyo diámetro exterior y la forma del tubo de inserción se corresponden sustancialmente con el diámetro interior y la forma del tubo de sustrato, y donde el tubo de inserción se extiende más allá del tubo de sustrato. Dicho de otro modo, el tubo de inserción se inserta en el extremo del tubo de sustrato.

**[0016]** Mediante la solicitud de patente japonesa JP 2003-176148 se conoce un procedimiento para la fabricación de una preforma de fibra óptica, que comprende la fijación coaxial de un tubo de escape a un tubo de cuarzo.

**[0017]** Gracias a la patente estadounidense US 4.389.229 se conoce un procedimiento para la fabricación de una preforma de guía de luz mediante un proceso químico modificado de deposición de vapor, en el que los reactivos no depositados pasan a través de un tubo de sustrato de vidrio, y fluyen hacia un sistema de escape de reactivos, siendo transportados allí a través de un gas libre de reactivos y de flujo uniforme. Los reactivos atraviesan un tubo de escape, una cámara de recogida de reactivos, un dispositivo para el control de la presión y un lavador de gases. La presión en el interior del sistema de escape se mantiene sustancialmente constante durante el proceso, supervisando continuamente la presión a la que está sometido y ajustando en consecuencia el dispositivo de control de la presión.

**[0018]** Mediante la patente europea EP 1988062 se conocen un procedimiento y un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, que comprende una fuente de energía y un tubo de sustrato, donde dicho tubo de sustrato cuenta con un lado de entrada para el suministro de precursores de formación de cristal y un lado de salida para la descarga de los componentes que no se hayan depositado en el interior del tubo de sustrato, mientras que la fuente de energía puede desplazarse a lo largo de la longitud del tubo de sustrato entre un punto de inversión situado en el lado de entrada y un punto de inversión situado en el lado de salida.

**[0019]** Un inconveniente, por ejemplo, de la solicitud de patente japonesa JP 2003-176148 es el que material vítreo depositado en el exterior del área de deposición mediante un proceso interno de deposición de vapor da lugar a la acumulación de tensiones en el tubo de sustrato. Estas tensiones mecánicas pueden provocar la rotura del tubo de sustrato durante la fabricación de la preforma óptica, lo cual no resulta deseable.

**[0020]** Otro inconveniente de los dispositivos conocidos que comprenden tubos de elongación acoplados al lado de salida del tubo de sustrato es que la conexión entre el tubo de elongación y el tubo hueco de sustrato se encuentra sometida a una tensión mecánica durante la ulterior fase de retracción, lo que puede dar lugar a resquebrajaduras del tubo de sustrato o de la preforma primaria resultante, lo cual no resulta deseable.

**[0021]** En la técnica anterior se da un problema adicional que puede provocar la resquebrajadura del tubo de sustrato o de la preforma primaria, y que es la presencia de hollín en el interior del tubo de elongación. Cuando finaliza el proceso interno de deposición, se retira el tubo de sustrato en cuya superficie interior se han depositado capas de cristal, y que frecuentemente suele seguir estando a una temperatura muy elevada, como por ejemplo 800-900 grados Celsius. Cuando posteriormente se hace oscilar ligeramente este tubo de sustrato, se genera el denominado efecto chimenea, lo que hace que parte del hollín fluya hacia el interior del tubo de sustrato, lo que provoca la contaminación de las capas de cristal. Cuando no se elimina el hollín, éste puede causar grietas durante el proceso de retracción, debido a las tensiones mecánicas aplicadas a dicho tubo de elongación. Este problema puede superarse eliminando manualmente dicho hollín del tubo de elongación, antes de proceder a su oscilación, pero resulta difícil a causa de la elevada temperatura.

**[0022]** Este problema ya ha sido resuelto por la técnica anterior mediante la introducción de un tubo de inserción en el tubo de sustrato. Este tubo de inserción "atrapa" el hollín y puede retirarse con facilidad del tubo de sustrato antes de su ulterior retracción.

**[0023]** Un inconveniente de los dispositivos actualmente conocidos en los que se inserta un tubo de inserción en el tubo de sustrato es que esta circunstancia provoca la acumulación de depósitos cristalinos no deseados en la superficie interior del sustrato, en la posición longitudinal adyacente al tubo de inserción, y que dichos depósitos cristalinos provocan un incremento de la aparición de resquebrajaduras. Este hecho se explicará a continuación en mayor detalle.

**[0024]** Uno de los objetos de la presente invención consiste en facilitar un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, en el cual se reduzca la acumulación interna de tensiones en el cristal provocada por los cristales depositados en el exterior del área de deposición, así como la tensión mecánica de la conexión entre el tubo de inserción hueco y el tubo hueco de sustrato.

**[0025]** Otro de los objetos de la presente invención consiste en un procedimiento de fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, en el que se evitan, o al menos se reducen, las acumulaciones de tensiones internas mencionadas anteriormente y la tensión mecánica.

5 **[0026]** Otro de los objetos de la presente invención consiste en facilitar un tubo de sustrato que carezca de los inconvenientes de la técnica anterior.

**[0027]** Los objetos anteriormente mencionados se consiguen mediante la presente invención.

Resumen de la invención

10 **[0028]** En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo, en un segundo aspecto a un procedimiento, y en el tercer aspecto a un conjunto formado por un tubo de sustrato.

15 **[0029]** En dicho primer aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, comprendiendo dicho dispositivo una fuente de energía y un tubo hueco de sustrato, teniendo dicho tubo hueco de sustrato un lado de entrada y un lado de salida, pudiendo desplazarse la fuente de energía a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato, comprendiendo asimismo el dispositivo un tubo de elongación conectado al tubo hueco de sustrato en el lado de salida del mismo, extendiéndose el tubo hueco de sustrato por el interior del tubo de elongación y siendo el diámetro interior del tubo de elongación al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento, caracterizado porque el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco, siendo un diámetro interior del tubo de inserción hueco igual o mayor que un diámetro interior del tubo hueco de sustrato. En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende por el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros.

20 **[0030]** En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende por el interior de dicho tubo de elongación, a lo largo de una longitud de entre 2 y 5 centímetros.

25 **[0031]** En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende por el interior de dicho tubo de elongación, a lo largo de una longitud de entre 2,5 y 3,5 centímetros.

**[0032]** En otra realización de dicho aspecto, el diámetro interior del tubo de elongación es entre 0,5 y 5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

30 **[0033]** En otra realización de dicho aspecto, el diámetro interior del tubo de elongación es entre 1 y 2 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

**[0034]** En otra realización de dicho aspecto, dicho tubo de inserción hueco se encuentra situado en una posición coaxial con respecto a dicho tubo de elongación.

**[0035]** En otra realización de dicho aspecto, dicho tubo de inserción se encuentra orientado en línea con el tubo hueco de sustrato.

35 **[0036]** En otra realización de dicho aspecto, dicho tubo de inserción se encuentra montado en línea con dicho tubo hueco de sustrato.

**[0037]** En otra realización de dicho aspecto, el tubo de inserción se encuentra orientado de forma que la separación existente entre un extremo del tubo de inserción hueco y un extremo del tubo hueco de sustrato que se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación es de al menos 0,5 milímetros, y preferiblemente de al menos 2 milímetros.

40 **[0038]** En otra realización de dicho aspecto, el tubo de elongación se encuentra conectado al tubo hueco de sustrato en uno de los extremos del tubo de elongación.

45 **[0039]** En dicho segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un precursor de una preforma primaria mediante un proceso interno de deposición de vapor, mediante el cual se suministran los precursores para la formación del cristal a un tubo hueco de sustrato por el lado de entrada de este, teniendo asimismo dicho tubo de sustrato un lado de salida, en el cual se desplaza una fuente de energía a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato con el fin de generar unas condiciones de deposición en el tubo hueco de sustrato, y en el cual se deposita una pluralidad de capas de cristal sobre la superficie interna de dicho tubo de sustrato para formar dicho precursor de una preforma primaria, donde se monta un tubo de elongación sobre el tubo hueco de sustrato, en su lado de salida, de forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior del tubo de elongación, y que el diámetro interior del tubo de elongación sea al menos 0,5 milímetros mayor que un diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento, donde el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco, y donde un diámetro interior del tubo de inserción hueco es mayor o igual que un diámetro interior del tubo hueco de sustrato. En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación, con una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros. Dicho de otro modo, el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación se encuentran situados entre sí de forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros.

50 **[0040]** En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación con una longitud de entre 2 y 5 centímetros. Dicho de otro modo, el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación se encuentran situados entre sí de tal forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior de dicho tubo de elongación, a lo largo de una longitud de entre 2 y 5 centímetros.

60 **[0041]** En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación con una longitud de entre 2,5 y 3,5 centímetros. Dicho de otro modo, el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación se encuentran situados entre sí de tal forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 2,5 y 3,5 centímetros.

65

**[0042]** En una realización de dicho aspecto, el diámetro interior del tubo de elongación es entre 0,5 y 5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato. Dicho de otro modo, el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación se encuentran situados entre sí de forma que el diámetro interior del tubo de elongación es entre 0,5 y 5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

**[0043]** En una realización de dicho aspecto, el diámetro interior del tubo de elongación es entre 1 y 2 milímetros, mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato. Dicho de otro modo, el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación se encuentran situados entre sí de forma que el diámetro interior del tubo de elongación sea entre 1 y 2 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

**[0044]** En una realización de dicho aspecto, el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco orientado y montado en línea con el tubo hueco de sustrato de tal forma que la separación entre un extremo del tubo de inserción hueco y un extremo del tubo hueco de sustrato que se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación sea de al menos de 0,5 milímetros.

**[0045]** En una realización de dicho aspecto, el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco orientado y montado en línea con el tubo hueco de sustrato de tal forma que la separación entre un extremo del tubo de inserción hueco y un extremo del tubo hueco de sustrato que se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación sea de al menos de 2 milímetros.

**[0046]** En una realización de dicho aspecto, un diámetro interior del tubo de inserción hueco es al menos igual que un diámetro interior del tubo hueco de sustrato.

**[0047]** En una realización de dicho aspecto, el tubo de elongación se encuentra conectado al tubo hueco de sustrato en uno de los extremos del tubo de elongación.

**[0048]** En dicho tercer aspecto, la presente invención se refiere a un tubo de sustrato para su utilización en un proceso interno de deposición de vapor, comprendiendo el conjunto formado por el tubo de sustrato un tubo hueco de sustrato con un lado de entrada y un lado de salida, donde el conjunto formado por el tubo de sustrato comprende un tubo de elongación montado sobre el tubo hueco de sustrato, en su lado de salida, donde el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior del tubo de elongación, y donde el diámetro interior del tubo de elongación es al menos 0,5 milímetros mayor que un diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento, caracterizado porque el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco, siendo el diámetro interior del tubo de inserción hueco mayor o igual que el diámetro interior del tubo hueco de sustrato. En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación, con una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros.

**[0049]** En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 2 y 5 centímetros.

**[0050]** En una realización de dicho aspecto, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 2,5 y 3,5 centímetros.

**[0051]** En una realización de dicho aspecto, el diámetro interior del tubo de elongación es entre 0,5 y 5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

**[0052]** En una realización de dicho aspecto, el diámetro interior del tubo de elongación es entre 1 y 2 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

**[0053]** La presente invención se describirá en más detalle en la siguiente sección.

#### Definiciones utilizadas en la presente descripción

**[0054]** Las siguientes definiciones se utilizan en la presente descripción y/o reivindicaciones para definir el objeto indicado. Se supone que los otros términos no citados aquí tienen en general el significado generalmente aceptado en su ámbito.

**[0055]** “Tubo hueco de sustrato” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: un tubo de elongación con una cavidad en su interior. Por lo general, el interior de dicho tubo está equipado (o está revestido) con una pluralidad de capas de cristal durante la fabricación de una preforma.

**[0056]** “Lado de entrada del gas” o “lado de entrada” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: uno de los lados del tubo de sustrato, que es un extremo abierto del tubo de sustrato que se utiliza como entrada de gases. El lado de entrada es el lado opuesto al lado de salida.

**[0057]** “Lado de salida del gas” o “lado de salida” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: uno de los lados del tubo de sustrato, que es un extremo abierto del tubo de sustrato que se utiliza como salida de gases. El lado de salida es el lado opuesto al lado de entrada.

**[0058]** “Superficie interior” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: la superficie interior o superficie interna del tubo hueco de sustrato.

**[0059]** “Cristal” o “material vítreo” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: material de óxido cristalino o vítreo (vidrioso) - por ejemplo, sílice ( $\text{SiO}_2$ ) o incluso cuarzo - depositado mediante un proceso de deposición de vapor.

**[0060]** “Sílice” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: cualquier sustancia que tenga la forma  $\text{SiO}_x$ , sea o no estequiométrica, e independientemente de que sea cristalina o amorfa.

**[0061]** “Gases de formación del cristal” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: los gases de reacción utilizados durante el proceso de deposición para la formación de las capas de cristal. Estos gases de formación del cristal pueden comprender un precursor para un dopante (por ejemplo,  $\text{O}_2$  y  $\text{SiCl}_4$  y opcionalmente otros).

**[0062]** “Zona de reacción”, tal y como se utiliza en la presente descripción, significa: la zona o emplazamiento axial en la que tiene lugar la reacción de formación de cristales o deposición. Esta zona está formada por un plasma, y preferiblemente se desplaza de forma oscilante a lo largo de la longitud longitudinal del tubo de sustrato.

**[0063]** “Plasma” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: un gas ionizado consistente en iones positivos y electrones libres, en unas proporciones que más o menos tienen como resultado la ausencia de carga eléctrica global a unas temperaturas muy elevadas. El plasma suele generarse mediante microondas.

**[0064]** “Punto de inversión”, tal y como se utiliza en la presente descripción, significa: el punto o posición axial del tubo de sustrato en la cual se invierte el movimiento del aplicador. Dicho de otro modo, que pasa de moverse de atrás hacia delante a hacerlo de delante hacia atrás. Es el punto de inflexión del aplicador. El punto axial se mide en la mitad (longitudinal) del aplicador.

**[0065]** “Cerca del punto de inversión” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: una posición axial del tubo de sustrato que se encuentra a una distancia cercana del punto de inversión, o que es la misma posición del punto de inversión.

**[0066]** “En el punto de inversión” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: una posición axial del tubo de sustrato que se encuentra en la misma posición que el punto de inversión.

**[0067]** “Movimiento hacia atrás y hacia delante” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: un movimiento alternativo o un movimiento hacia atrás y hacia delante siguiendo una línea recta.

**[0068]** “Carrera” o “pasada” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: cada uno de los movimientos hacia atrás y hacia delante del aplicador a lo largo de la longitud del tubo de sustrato.

**[0069]** “Tubo de elongación” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: un tubo de vidrio acoplado al menos al lado de salida del tubo de sustrato con la finalidad de alargar el tubo de sustrato.

**[0070]** “Tubo de inserción” significa, tal y como se utiliza en la presente descripción: un tubo de vidrio que se inserta en el tubo de sustrato y/o en el tubo de elongación. Las características y ventajas de la invención anteriormente mencionadas, se comprenderán mejor mediante la siguiente descripción, que hace referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, las referencias numéricas coincidentes se refieren a componentes idénticos o a componentes que realizan una función u operación idéntica o comparable.

**[0071]** La invención no se limita a los ejemplos concretos que se mencionan más adelante en relación con un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica o con un procedimiento específico para la fabricación de la preforma óptica.

#### Breve descripción de las figuras

##### **[0072]**

La figura 1 describe un primer ejemplo de un conjunto formado por un tubo de sustrato con arreglo a la presente invención.

La figura 2 describe un segundo ejemplo de un conjunto formado por un tubo de sustrato con arreglo a la presente invención.

La figura 3 describe un tercer ejemplo de un conjunto formado por un tubo de sustrato con arreglo a la presente invención.

#### Descripción detallada

**[0073]** La presente invención se refiere, en un primer aspecto, a un dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, comprendiendo dicho dispositivo una fuente de energía y un tubo hueco de sustrato, incluyendo dicho tubo hueco de sustrato un lado de entrada y un lado de salida, y pudiendo desplazarse la fuente de energía a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato, comprendiendo asimismo dicho dispositivo un tubo de elongación conectado, de forma sustancialmente hermética, al tubo hueco de sustrato en el lado de salida del mismo, extendiéndose el tubo hueco de sustrato hacia el interior del tubo de elongación, definiendo de este modo un área de solapamiento entre el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación, y caracterizado porque el diámetro interior del tubo de elongación en la zona de solapamiento es al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en el área de solapamiento.

**[0074]** Dicho de otro modo, el tubo de elongación está dispuesto de forma coaxial sobre uno de los extremos del tubo de sustrato.

**[0075]** La invención se basa en el descubrimiento por parte de los inventores de que en el caso de que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior del tubo de elongación podría reducirse la acumulación de tensiones mecánicas. Los inventores han llegado a la conclusión de que la acumulación de tensiones mecánicas podría estar causada por los siguientes factores.

**[0076]** Los inventores han observado que la tensión mecánica entre el tubo de elongación y el tubo hueco de sustrato puede evitarse, o al menos reducirse, en el caso de que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior del tubo de elongación. Esto se debe al hecho de que el tubo de elongación puede conectarse a la superficie exterior del tubo hueco de sustrato, a lo largo de la circunferencia del mismo, a una distancia, por ejemplo, de al menos 2,5 centímetros de la cara del extremo del tubo de sustrato, en lugar de conectar la cara del extremo del tubo de elongación a la cara del extremo del tubo hueco de sustrato. De este modo se consigue una conexión rígida más adecuada entre estos tubos.

**[0077]** En el contexto de la presente invención, la fuente de energía puede ser un aplicador transversal que se desplace a lo largo de la longitud del tubo de sustrato entre un punto de inversión situado en el lado de entrada del mismo y un punto de inversión situado en el lado de salida del mismo, para generar las condiciones de deposición en el interior del tubo hueco de sustrato.

5 **[0078]** En una realización, el tubo de elongación se funde con el tubo hueco de sustrato.

**[0079]** En una realización, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior del tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros, preferiblemente entre 2 y 5 centímetros, e incluso más preferiblemente entre 2,5 y 3,5 centímetros.

10 **[0080]** Cabe señalar que en el caso de que la longitud del área de solapamiento tenga aproximadamente la longitud anteriormente indicada, la conexión entre el tubo de elongación y el tubo hueco de sustrato se hace más rígida, o lo que es lo mismo, más fiable. De este modo son menos las posibilidades de que la preforma se rompa o se resquebraje.

15 **[0081]** En otra realización, el diámetro interior del tubo de elongación en el área de solapamiento es entre 0,5 y 5 milímetros, y preferiblemente entre 1 y 2 milímetros, mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en el área de solapamiento.

20 **[0082]** Una ventaja de esta realización es que el diámetro interior del tubo de elongación no se encuentra físicamente en contacto con la superficie exterior del tubo de sustrato en la cara del extremo del mismo. Teniendo en cuenta que la cara del extremo del tubo de sustrato se encuentra espacialmente alejada de la superficie interior del tubo de sustrato, la deposición del cristal no continúa. Dicho de otro modo, el cristal depositado en el tubo de elongación no se encuentra (físicamente) en contacto con el cristal depositado en el interior del tubo hueco de sustrato. Cualquier tensión mecánica o de un tipo similar que se produzca en el cristal depositado en el tubo de elongación no se propagará al cristal depositado en el interior del tubo hueco de sustrato. De este modo se mantiene la calidad del tubo de sustrato.

25 **[0083]** Otra ventaja es que la posición de unión, es decir, la posición en la que el tubo de elongación se conecta al tubo hueco de sustrato, se desplaza hacia la parte superior del tubo hueco de sustrato, obteniéndose una conexión aún más rígida entre estos tubos.

30 **[0084]** Otra ventaja de esta realización es que la separación entre el tubo de elongación y el tubo hueco de sustrato permite la posibilidad de que se monte con precisión un tubo de inserción en línea con el tubo hueco de sustrato, como por ejemplo, que el diámetro del tubo de inserción pueda ser idéntico al diámetro del tubo hueco de sustrato. Esto hace referencia a una realización, que se comentará en mayor detalle a continuación.

35 **[0085]** Adicionalmente, y conforme a la presente invención, puede utilizarse un tubo de inserción para vaciar o descargar los gases no depositados en el tubo hueco de sustrato. Además, el tubo de inserción se utiliza para "recoger" cualquier deposición adicional realizada fuera de la región que contiene la fuente de calor. Una vez finalizado el proceso de deposición, se retira el tubo de inserción del tubo de elongación, y al mismo tiempo, se elimina cualquier deposición no deseada de cristal. El tubo de sustrato y el tubo de elongación conectados estarán entonces listos para la siguiente fase del proceso, que es la fase de retracción.

40 **[0086]** Los autores de la presente invención han observado que la presencia de un tubo de inserción insertado en el extremo del tubo de sustrato puede causar la acumulación de tensiones internas adicionales, además de las tensiones mecánicas comentadas más arriba. Los autores de la presente invención creen que dicha acumulación de tensiones es el resultado de dos circunstancias.

45 **[0087]** La primera está relacionada con la turbulencia de los gases de formación del cristal que abandonan el tubo hueco de sustrato y se introducen en el tubo de inserción hueco. En el caso de que el tubo de inserción se inserte en el extremo del tubo de sustrato, por ejemplo, el diámetro del tubo de inserción hueco no será sustancialmente igual al diámetro del tubo hueco de sustrato, y las disparidades entre los canales huecos del tubo de sustrato y del tubo de inserción darán lugar a este tipo de turbulencias. Esto es lo que sucede cuando un tubo de inserción con un diámetro exterior (y un diámetro interior) más reducido que el diámetro interior del tubo de sustrato se inserta en un extremo del tubo de sustrato. Esta turbulencia acarreará la deposición de cristales con una composición diferente, que será más proclive a resquebrajarse.

50 **[0088]** La segunda circunstancia es que la composición del cristal depositado en el extremo del lado de salida del tubo hueco de sustrato es diferente a la del cristal del resto del tubo de sustrato. Puede observarse que la composición del depósito cristalino es diferente aquí, en comparación con las demás regiones del área de deposición. Sin querer encadenarse a ninguna teoría, los inventores creen que el nivel de dopado es más alto en la deposición cristalina realizada en las cercanías del tubo de inserción, lo que probablemente se debe a las turbulencias, que pueden producir un descenso localizado de temperatura en el lado de salida. Se ha observado que este cristal muestra una mayor tendencia al resquebrajamiento.

55 **[0089]** La presente invención proporciona un dispositivo que resuelve los problemas que acaban de describirse. El tubo de inserción no se inserta en el extremo del tubo de sustrato, sino en el tubo de elongación.

60 **[0090]** Por lo general, el tubo de inserción se conecta a una bomba configurada para crear una baja presión en el tubo de inserción de forma que los gases de formación de cristal sean succionados a través del tubo hueco de sustrato y del tubo de inserción. El tubo de elongación según la invención comprende un tubo de inserción hueco cuyo diámetro interior es mayor o igual que el diámetro interior del tubo de sustrato.

**[0091]** La ventaja de utilizar un tubo de inserción es que no se deposita cristal alguno en el interior del tubo de elongación, de forma que no es necesario limpiar el interior del tubo de elongación una vez finalizado el proceso interno de deposición de vapor. En este caso, tan sólo es necesario retirar el tubo de inserción.

65 **[0092]** En otra realización, una cara del extremo del tubo de inserción hueco se encuentra situada en la zona de solapamiento, entre el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato y el diámetro interior del tubo de elongación.

**[0093]** En otra realización el tubo de inserción hueco se encuentra orientado y montado en línea con el tubo hueco de sustrato, de forma que la distancia entre el tubo de inserción hueco y el tubo hueco de sustrato es de al menos 0,5 milímetros, y preferiblemente de al menos 2 milímetros.

**[0094]** Esta realización presenta la ventaja de que se evitan las turbulencias de los gases de formación de cristales entre el tubo hueco de sustrato y el tubo de inserción, o al menos se reducen, ya que no hay disparidad entre los dos canales del tubo hueco de sustrato y el tubo de inserción.

**[0095]** En otra realización adicional, el tubo de elongación se encuentra conectado a la superficie exterior del tubo hueco de sustrato por una de las caras del extremo del tubo de elongación.

**[0096]** En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un precursor de una preforma primaria mediante un proceso interno de deposición de vapor, en el que los precursores de formación de cristal se suministran a un tubo hueco de sustrato en el lado de entrada del mismo, teniendo asimismo dicho tubo de sustrato un lado de salida, y donde una fuente de energía se desplaza a lo largo de la longitud del tubo hueco de sustrato con el fin de generar las condiciones para la deposición en el tubo hueco de sustrato, y donde se deposita una pluralidad de capas de cristal sobre la superficie interior de dicho tubo de sustrato con el fin de formar dicho precursor de una preforma primaria, donde un tubo de elongación se encuentra montado sobre, y conectado de una forma sustancialmente hermética al tubo hueco de sustrato, en el lado de salida del mismo, de forma que el tubo hueco de sustrato se extiende por el interior del tubo de elongación, definiendo con ello una zona de solapamiento entre el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación, y donde el diámetro interior del tubo de elongación, en la zona de solapamiento, es al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento.

**[0097]** En este proceso se obtiene un precursor de una preforma primaria, o dicho de otro modo, un tubo de sustrato en el cuya superficie interior se han depositado capas de cristal. Tras este proceso, este precursor puede someterse a un proceso de retracción, tras el cual puede obtenerse una preforma primaria. Dicha preforma primaria puede recubrirse o enfundarse para obtener una preforma definitiva que se utiliza para extraer fibras ópticas.

**[0098]** Preferiblemente, a lo largo de este proceso se utiliza un proceso de deposición de plasma, por ejemplo, PCVD.

**[0099]** La primera etapa de este procedimiento consiste en la provisión de un tubo hueco de sustrato y en el suministro de gases de formación de cristal a través de dicho tubo hueco de sustrato por el lado de entrada del mismo. Una fuente de energía se desplaza a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato con el fin de generar las condiciones de deposición, o la denominada zona de reacción, en el tubo hueco de sustrato, por ejemplo mediante la generación de un plasma. De este modo se garantiza que se deposita una pluralidad de capas de cristal sobre la superficie interior de dicho tubo de sustrato para formar dicho precursor de una preforma primaria.

**[0100]** Según la presente invención, se monta un tubo de elongación sobre el tubo hueco de sustrato, en el lado de salida del mismo, de forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior del tubo de elongación, y que el diámetro interior del tubo de elongación sea al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato.

**[0101]** Dicho de otro modo, la cara del extremo del tubo de sustrato no se encuentra físicamente en contacto con la superficie interior del tubo de elongación. Ya se han comentado en relación con el primer aspecto las ventajas que esto representa.

**[0102]** En una realización del procedimiento, el tubo de elongación está fundido con el tubo hueco de sustrato.

**[0103]** En una realización del procedimiento, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior del tubo de elongación con una longitud, la cual define la zona de solapamiento, de entre 0,5 y 10 centímetros, preferiblemente de entre 2 y 5 centímetros, e incluso más preferiblemente de entre 2,5 y 3,5 centímetros.

**[0104]** En una realización adicional del procedimiento, el diámetro interior del tubo de elongación en la zona de solapamiento es entre 0,5 y 5 milímetros, preferiblemente entre 1 y 2 milímetros, mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento.

**[0105]** En otra realización del procedimiento, uno de los extremos del tubo de inserción hueco se encuentra situado en la zona de solapamiento, entre el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato y el diámetro interior del tubo de elongación.

**[0106]** En una realización adicional del procedimiento, el tubo de inserción hueco está orientado y montado en línea con el tubo hueco de sustrato de forma que la distancia entre el tubo de inserción hueco y el tubo hueco de sustrato sea de al menos 0,5 milímetros, y preferiblemente de al menos 2 milímetros.

**[0107]** En otra realización adicional del procedimiento, el tubo de elongación se encuentra conectado a la superficie exterior del tubo hueco de sustrato en uno de los extremos del tubo de elongación.

**[0108]** El tubo de elongación puede estar conectado, es decir, fundido, al tubo hueco de sustrato de forma perpendicular o describiendo un ángulo.

**[0109]** Los diversos aspectos aplicables a los ejemplos de los procedimientos según la presente invención, incluyendo las ventajas de los mismos, se corresponden con los aspectos aplicables a los dispositivos conforme a la presente invención, como ya se ha explicado anteriormente.

**[0110]** En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un conjunto formado por un tubo de sustrato para su utilización en un proceso interno de deposición de vapor, comprendiendo el conjunto formado por el tubo de sustrato un tubo hueco de sustrato con un lado de entrada y un lado de salida, de forma que puedan suministrarse los precursores para la formación del cristal mediante el tubo hueco de sustrato a través del lado de entrada del mismo, donde el conjunto formado por el tubo de sustrato comprende un tubo de elongación montado sobre, y conectado de una forma sustancialmente hermética, al tubo hueco de sustrato, en el lado de salida del mismo, de forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior del tubo de elongación, definiendo de ese modo



una zona de solapamiento entre el tubo hueco de sustrato y el tubo de elongación, y de forma que el diámetro interior del tubo de elongación en la zona de solapamiento sea al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento.

**[0111]** En una realización de la presente invención, el tubo de elongación está fundido con el tubo hueco de sustrato.

**[0112]** En una realización de la presente invención, el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior del tubo de elongación con a lo largo de una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros, preferiblemente de entre 2 y 5 centímetros, e incluso más preferiblemente de entre 2,5 y 3,5 centímetros.

**[0113]** En otra realización, el diámetro interior del tubo de elongación en la zona de solapamiento es entre 0,5 y 5 milímetros, preferiblemente entre 1 y 2 milímetros, mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en la zona de solapamiento.

**[0114]** En la figura 1 se muestra un ejemplo de un conjunto formado por un tubo de sustrato 1. El conjunto formado por el tubo de sustrato 1 se utiliza en un proceso interno de deposición de vapor, como un proceso de deposición de vapor asistida por plasma, donde se depositan capas de cristal 7 en el interior de un tubo hueco de sustrato 8. A lo largo de dicho proceso, se suministran precursores de formación de cristal a través del tubo hueco de sustrato 8, y al mismo tiempo se utiliza un aplicador para generar radiación electromagnética en un plasma que se genera en el interior del tubo de sustrato 8.

**[0115]** La figura 1 muestra el lado de salida del tubo hueco de sustrato 8, es decir, el lado en el cual los precursores de formación de cristal abandonan el tubo hueco de sustrato 8.

**[0116]** Según la presente invención, se monta un tubo de elongación 3 sobre el tubo hueco de sustrato 8, en el lado de salida del tubo hueco de sustrato 8, extendiéndose el tubo hueco de sustrato 8 hacia el interior del tubo de elongación 3. Asimismo, el diámetro interior 5 del tubo de elongación en la zona de solapamiento 2 es de al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior 4 del tubo hueco de sustrato 8 en la zona de solapamiento 2.

**[0117]** En la presente situación, el tubo hueco de sustrato 8 se extiende hacia el interior a lo largo de una longitud 2 de aproximadamente 3,5 centímetros. Conforme a una realización de la presente invención, la longitud a la que se extiende el tubo hueco de sustrato 8 por el tubo de elongación 3 debería oscilar entre 0,5 y 10 centímetros. De este modo se evita la acumulación de tensiones mecánicas en el punto de conexión, es decir en la conexión entre el tubo hueco de sustrato 8 y el tubo de elongación 3.

**[0118]** Asimismo, el diámetro interior 5 del tubo de elongación, al menos en la zona de solapamiento 2, es mayor que el diámetro exterior 4 del tubo hueco de sustrato 8. Esto aporta la ventaja de que el cristal depositado en el interior del tubo de elongación 3 (no mostrado) no está en contacto con el cristal depositado 7 en el interior del tubo hueco de sustrato 8. De este modo, cualquier imperfección producida en el cristal depositado en el interior del tubo de elongación 3 no podrá propagarse al cristal 7 depositado en el tubo hueco de sustrato 8.

**[0119]** La diferencia entre los diámetros 4, 5 debería seleccionarse de forma que la separación 6 entre el tubo hueco de sustrato 8 y el tubo de elongación 3 sea de entre 0.25 milímetros y 2,5 milímetros, y preferiblemente, de entre 0,5 y 1 milímetros.

**[0120]** La figura 2 muestra un segundo ejemplo de un conjunto formado por un tubo de sustrato 11 según la presente invención.

**[0121]** Los elementos o aspectos de la figuras 2 y 3 que comparten el mismo número de referencia que en la figura 1 indican los mismos componentes o aspectos, u otros similares.

**[0122]** Conforme al ejemplo que se muestra en la figura 2, se sitúa un tubo de inserción 16, es decir, se monta, en el interior del tubo de elongación 15, montándose dicho tubo de inserción en línea con el tubo hueco de sustrato 8. Esto significa que un eje longitudinal del tubo hueco de sustrato 8 está alineado con el eje longitudinal del tubo de inserción 16. Resulta ventajoso, según la presente invención, que exista una separación 12 entre el tubo hueco de sustrato 8 y el tubo de inserción 16, ya que el cristal depositado en el interior del tubo de inserción 16 no se encuentra en contacto con el cristal depositado 7 en el interior del tubo hueco de sustrato 8. De este modo, cualquier inexactitud del cristal depositado en el tubo de inserción 16 no podrá atravesarlo en dirección al cristal depositado en el interior del tubo hueco de sustrato 8.

**[0123]** Para poder contrarrestar cualquier turbulencia de los precursores de formación de cristal entre la transición del tubo hueco de sustrato al tubo de inserción 16, el diámetro interior 14 del tubo de inserción 16 debería ser al menos igual que el diámetro interior del tubo hueco de sustrato 13. En todas las realizaciones de la presente invención, y no tan sólo únicamente en esta realización de la figura 2, resultan aceptables unas pequeñas tolerancias de en torno a un 5% entre estos diámetros. En el caso de que el diámetro interior 14 del tubo de inserción sea menor que el diámetro interior 13 del tubo hueco de sustrato 8, es probable que se produzcan turbulencias en la zona de transición entre el tubo de sustrato 8 y el tubo de inserción 15, con lo que el cristal 7 depositado en el lado de salida del tubo hueco de sustrato 8 será de una calidad inferior.

**[0124]** La figura 3 muestra un tercer ejemplo de un conjunto formado por el tubo de sustrato 21 según la presente invención.

**[0125]** La diferencia entre el conjunto formado por el tubo de sustrato 21 de la figura 2, en comparación con el conjunto formado por el tubo de sustrato 11 de la figura 2 es que el tubo hueco de sustrato 8 también se extiende hacia el interior del tubo de inserción 23. Siempre que el diámetro interior 23 del tubo de inserción 23 sea mayor que el diámetro interior del tubo hueco de sustrato 13, se creará una separación 22 entre el tubo de sustrato 8 y el tubo de inserción 23. La separación 22 garantiza la ausencia de contacto físico entre el cristal depositado en el tubo de inserción, es decir, el hollín residual, y el cristal depositado 7 en el interior del tubo de sustrato 8.

**[0126]** Las realizaciones comentadas anteriormente en relación con cualquiera de los aspectos de la invención son igualmente aplicables a los demás aspectos de la invención, a menos que se indique lo contrario.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para la fabricación de una preforma óptica mediante un proceso interno de deposición de vapor, comprendiendo dicho dispositivo una fuente de energía y un tubo hueco de sustrato, teniendo dicho tubo hueco de sustrato un lado de entrada y un lado de salida, pudiendo desplazarse la fuente de energía a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato, comprendiendo adicionalmente el dispositivo un tubo de elongación conectado, de una forma sustancialmente hermética, al tubo hueco de sustrato en el lado de salida del mismo, donde el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior del tubo de elongación, definiendo de ese modo una zona de solapamiento entre dicho tubo hueco de sustrato y dicho tubo de elongación, y donde el diámetro interior del tubo de elongación en dicha zona de solapamiento es al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en dicha zona de solapamiento, y caracterizado porque el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco, donde el diámetro interior del tubo de inserción hueco es mayor o igual que el diámetro interior del tubo hueco de sustrato.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque una cara del extremo del tubo de inserción hueco se encuentra situada en la zona de solapamiento, entre el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato y el diámetro interior del tubo de elongación.
3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el tubo de inserción hueco está orientado y montado en línea con el tubo hueco de sustrato de forma que la distancia entre un extremo del tubo de inserción hueco y un extremo del tubo hueco de sustrato que se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación sea al menos de 0,5 milímetros, y preferiblemente al menos de 2 milímetros.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho tubo de elongación se encuentra fundido con dicho tubo hueco de sustrato.
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros, preferiblemente de entre 2 y 5 centímetros, e incluso más preferiblemente de entre 2,5 y 3,5 centímetros.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el diámetro interior del tubo de elongación en dicha zona de solapamiento es entre 0,5 y 5 milímetros, y preferiblemente entre 1 y 2 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en dicha zona de solapamiento.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tubo de elongación se encuentra conectado a la superficie exterior del tubo hueco de sustrato en una de las caras del extremo del tubo de elongación.
8. Procedimiento de fabricación de un precursor de una preforma primaria mediante un proceso interno de deposición de vapor, donde se suministran precursores de formación de cristal a un tubo hueco de sustrato en un lado de entrada del mismo, comprendiendo adicionalmente dicho tubo de sustrato un lado de salida, donde una fuente de energía se desplaza a lo largo de una longitud del tubo hueco de sustrato, con el fin de generar unas condiciones de deposición en el tubo hueco de sustrato, y donde se deposita una pluralidad de capas de cristal en la superficie interior de dicho tubo de sustrato para formar dicho precursor de una preforma primaria, caracterizado porque se monta un tubo de elongación y se conecta de una forma sustancialmente hermética al tubo hueco de sustrato en el lado de salida del mismo, de forma que el tubo hueco de sustrato se extienda hacia el interior del tubo de elongación, definiendo de ese modo una zona de solapamiento entre dicho tubo hueco de sustrato y dicho tubo de elongación, y porque el diámetro interior del tubo de elongación en dicha zona de solapamiento es al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en dicha zona de solapamiento, y donde el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco, siendo el diámetro interior del tubo de inserción hueco mayor o igual que el diámetro interior del tubo hueco de sustrato.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la cara del extremo del tubo de inserción hueco se encuentra situada en la zona de solapamiento, entre el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato y el diámetro interior del tubo de elongación.
10. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el tubo de inserción hueco está orientado y montado en línea con el tubo hueco de sustrato de forma que la distancia entre un extremo del tubo de inserción hueco y un extremo del tubo hueco de sustrato que se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación sea de al menos de 0,5 milímetros, preferiblemente de al menos 2 milímetros.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque dicho tubo de elongación está fundido con dicho tubo hueco de sustrato.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación en una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros, preferiblemente de entre 2 y 5 centímetros, e incluso más preferiblemente de entre 2,5 y 3,5 centímetros.
- 5 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque el diámetro interior del tubo de elongación en dicha zona de solapamiento es de entre 0,5 y 5 milímetros, y preferiblemente de entre 1 y 2 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en dicha zona de solapamiento.
- 10 14. Conjunto formado por un tubo de sustrato para su utilización en un proceso interno de deposición de vapor, comprendiendo el conjunto formado por el tubo de sustrato un tubo hueco de sustrato con un lado de entrada y un lado de salida, donde el conjunto formado por el tubo de sustrato comprende un tubo de elongación montado sobre, y conectado de forma sustancialmente hermética, al tubo hueco de sustrato, en el lado de salida del mismo, caracterizado porque el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior del tubo de elongación, definiendo de este modo una zona de solapamiento entre dicho tubo hueco de sustrato y dicho tubo de elongación, y porque el
- 15 diámetro interior del tubo de elongación en dicha zona de solapamiento es de al menos 0,5 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en dicha zona de solapamiento, y donde el tubo de elongación comprende un tubo de inserción hueco, siendo el diámetro interior del tubo de inserción hueco mayor o igual que el diámetro interior del tubo hueco de sustrato.
- 20 15. Conjunto formado por el tubo de sustrato según la reivindicación 14, caracterizado porque el tubo hueco de sustrato se extiende hacia el interior de dicho tubo de elongación a lo largo de una longitud de entre 0,5 y 10 centímetros, preferiblemente entre 2 y 5 centímetros, e incluso más preferiblemente entre 2,5 y 3,5 centímetros.
- 25 16. Conjunto formado por el tubo de sustrato según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15, caracterizado porque el diámetro interior del tubo de elongación en dicha zona de solapamiento es entre 0,5 y 5 milímetros, y preferiblemente entre 1 y 2 milímetros mayor que el diámetro exterior del tubo hueco de sustrato en dicha zona de solapamiento.

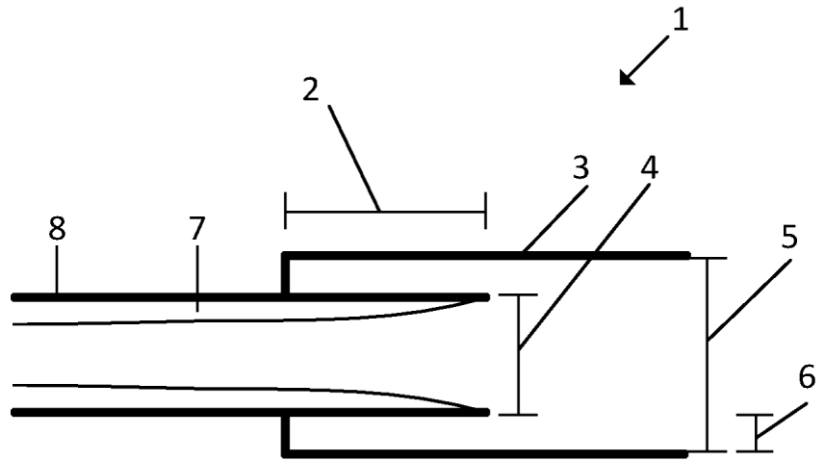


Figura 1

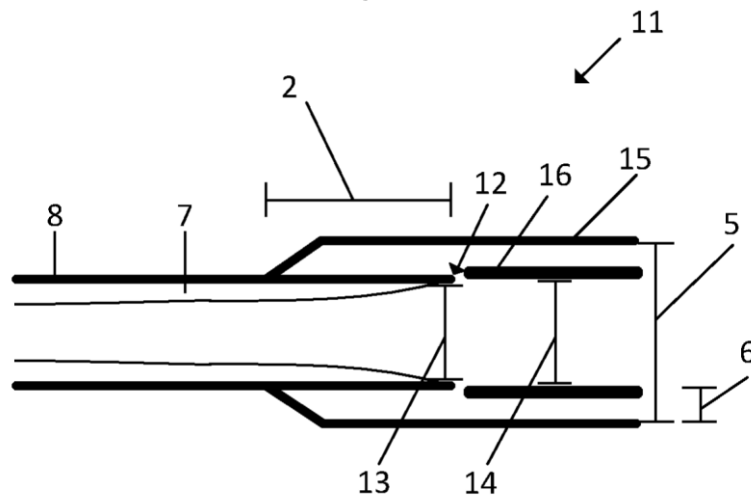


Figura 2

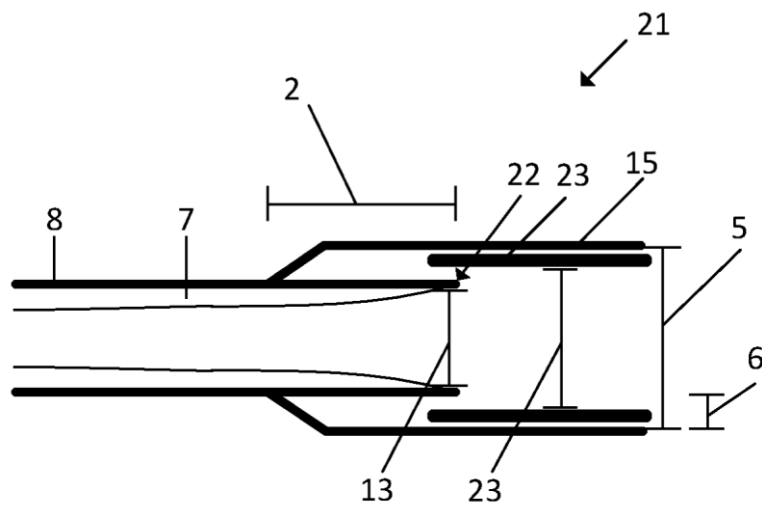


Figura 3