

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 241**

51 Int. Cl.:
C03B 37/012 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08005795 .3**
- 96 Fecha de presentación: **27.03.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1978002**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.10.2008**

54 Título: **Procedimiento y aparato para fabricación de una preforma de fibra óptica**

30 Prioridad:
27.03.2007 FR 0702226

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.11.2012

73 Titular/es:
**DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)
DE BOELELAAN 7
1083 HJ AMSTERDAM, NL**

72 Inventor/es:
**PETITFRÈRE, EMMANUEL y
CALVO, LAURENT**

74 Agente/Representante:
ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 390 241 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 aparato para fabricación de una preforma de fibra óptica.

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una procedimiento para la fabricación de una preforma de fibra óptica.

10 **[0002]** Una fibra óptica está hecha mediante el estirado de una preforma en una torre de estiramiento. Generalmente una preforma primaria comprende un tubo de sílice puro o sílice dopado en donde las capas de sílice puro o dopado han sido sucesivamente depositadas para formar un revestimiento interior y un núcleo óptico central de la fibra óptica. Esta preforma primaria es luego sobre-revestida o enfundada para incrementar su diámetro y para formar la preforma final que pueda utilizarse en una torre de estiramiento. En este contexto, el término revestimiento interior se usa para el revestimiento óptico formado en el interior del tubo de sílice y revestimiento exterior para el revestimiento óptico formado en el exterior del tubo de sílice. La operación homotética de estirado de fibra óptica consiste en situar de forma vertical la preforma en una torre y estirar un filamento de fibra óptica desde un extremo de la preforma. Para este propósito, se aplica de forma local una alta temperatura a un extremo de la preforma hasta que el sílice se ablanda, siendo entonces la velocidad de estiramiento y la temperatura permanentemente controladas durante la operación de estirado ya que determinarán el diámetro de la fibra óptica.

20 **[0003]** Convencionalmente una fibra óptica consiste en un núcleo óptico cuya función es la de transmitir y opcionalmente amplificar una señal óptica, y de un revestimiento óptico cuya función es confinar la señal óptica dentro del núcleo óptico. Para este propósito, los índices de refracción del núcleo óptico n_c y del revestimiento óptico n_o son tales que $n_c > n_o$. Como es bien conocido, la propagación de una señal óptica en una fibra óptica de modo sencillo se descompone en un modo fundamental guiado en el núcleo óptico, y en modos secundarios, también llamados modos revestidos guiados sobre una determinada distancia del conjunto núcleo óptico-revestimiento óptico.

25 **[0004]** El depósito en el tubo de sílice de la preforma primaria son del tipo de "deposición química en fase de vapor"-CVD. Este tipo de deposiciones es realizado mediante la inyección de mezclas gaseosas en el tubo de sílice que ionizan dichas mezclas. Las deposiciones tipo CVD abarcan MCVD (deposiciones químicas en fase de vapor modificadas), FCVD (deposiciones químicas en fase de vapor por horno) y PCVD (deposiciones químicas en fase de vapor mejoradas por plasma).

35 **[0005]** Después de depositar las capas correspondientes en el núcleo óptico y en el revestimiento interior, el tubo de sílice se cierra sobre sí mismo en una operación denominada de colapsado. Se obtiene por tanto la preforma primaria que consiste en una barra de sílice. Esta preforma primaria es más tarde sobre-revestida para aumentar el diámetro, generalmente con granos de sílice naturales por razones de coste. El sobre-revestimiento puede llevarse a cabo por deposición de plasma en donde los granos naturales de sílice son proyectados sobre la preforma primaria y fundidos con el quemador de plasma bajo temperaturas del orden de 2.300° a fin de ser vitrificados sobre la periferia de la preforma primaria para formar un revestimiento óptico exterior. Se obliga a la preforma primaria a girar alrededor de su eje longitudinal y el quemador de plasma o la preforma primaria se desplaza longitudinalmente en traslación relativamente entre sí para así proporcionar una deposición de sílice uniforme en toda la periferia de la preforma primaria. La operación de sobre-revestimiento es generalmente llevada a cabo en una cabina con atmósfera controlada para así proporcionar protección contra las perturbaciones electro-magnéticas y el desarrollo de ozono emitido por el quemador de plasma.

45 **[0006]** El sobre-revestimiento por depósito de plasma de granos de sílice puede ser de bajo coste, pero produce impurezas que son depositadas en la periferia de la preforma primaria. Estas impurezas tales como agua o partículas de polvo proceden del aire ambiente del habitáculo donde se realiza la operación de sobre-revestimiento. En particular, durante la operación de sobre-revestimiento, el sílice se lleva a temperaturas de vitrificación mediante un quemador de plasma; el sílice está entonces presente en un estado de transición que tiende a promover la absorción de impurezas de grupos OH del agua. La presencia de impurezas en el revestimiento exterior -formado por el sobre-revestimiento- deteriora las propiedades ópticas de la fibra óptica, en particular cuando las impurezas están presentes en las primeras capas del sílice depositado en la preforma primaria. Este problema de impurezas incorporadas en el sobre-revestimiento aumentan con el incremento en el ancho del núcleo óptico central. Con un núcleo óptico de diámetro aumentado el revestimiento interior está limitado en espesor y las impurezas en la periferia del tubo de sílice durante el sobre-revestimiento tienen una influencia en la propagación de la señal en el núcleo óptico central que es mayor cuando yacen más cerca del núcleo óptico. El diámetro de la preforma primaria consiste en el diámetro del núcleo óptico más el ancho del revestimiento interior. El diámetro de la preforma final es el diámetro de la preforma primaria más la anchura del sobre-revestimiento, que es el ancho del revestimiento óptico exterior. La ratio entre el diámetro del núcleo óptico y del ancho del revestimiento óptico (exterior + interior) debe mantenerse constante. Si el diámetro de la preforma final se aumenta tanto el diámetro del núcleo óptico como el ancho del revestimiento óptico aumentado. Si el diámetro de la preforma primaria debe ser mantenido, solo se podrá conseguir mediante la reducción del ancho del revestimiento interior mientras se incrementa el ancho del revestimiento exterior, mediante esta reducción del ancho del revestimiento interior, el revestimiento exterior se acerca al núcleo óptico y cualquier impureza en el revestimiento exterior puede influir

en el núcleo óptico, especialmente cualquier impureza en las primeras capas del revestimiento exterior en contacto con el revestimiento interior.

5 **[0007]** Se busca fabricar preforma de gran capacidad. La capacidad de la preforma se define como la cantidad de longitud de fibra óptica que puede ser estirada a partir de esa preforma. A mayor diámetro de la preforma mayor capacidad. Para reducir costes de fabricación y limitar las pérdidas de conexión que son inherentes cuando las fibras ópticas deben conectarse entre sí, es deseable proporcionar longitudes largas de fibras ópticas lineales a partir de una y misma preforma. Se busca por tanto, fabricar preformas de gran diámetro respetando mientras las restricciones dimensionales relativas entre el diámetro del núcleo óptico central y del diámetro del revestimiento óptico (revestimiento interior + exterior). La preforma final, después del sobre-revestimiento, debe tener las mismas ratios de diámetro de núcleo óptico/diámetro de revestimiento que la fibra óptica estirada. Para fabricar una preforma de gran capacidad, se elige generalmente incrementar la cantidad de sobre-revestimiento en vez de incrementar el diámetro de la preforma primaria que es caro de producir. En orden a permitir un aumento de la cantidad de sobre-revestimiento mientras se mantiene la misma ratio entre el núcleo óptico y el revestimiento óptico, se requiere que el núcleo óptico, que esta formado por deposición en el interior del tubo de sílice, sea aumentado. Esto significa que el ancho de revestimiento interior es reducido para sí a mantener el mismo diámetro de la preforma primaria.

20 **[0008]** El documento de US 2002/0144521 describe un procedimiento para fabricar una preforma de gran capacidad. En orden a resolver el problema en relación a las impurezas mencionado anteriormente, este documento proponen fabricar una preforma primaria mediante la deposición de un núcleo óptico central de gran diámetro dentro de un tubo de sílice dopado con cloro y flúor, el tubo de sílice es dopado con flúor para compensar el incremento de índice de refracción generado por el dopado con cloro, el tubo de sílice es dopado con cloro para limitar la migración de impurezas de grupo OH las cuales deterioran la propiedades de transmisión óptica en el núcleo óptico central. El uso de dichos toberas de sílice dopados con cloro y flúor hace posible, para un tubo de sílice de diámetro equivalente, reducir el grosor de revestimiento interior depositado en el tubo de sílice para fabricar un preforma primaria que tenga un núcleo óptico de diámetro aumentado, esta preforma primaria es luego sobre-revestida por deposición de plasma para obtener una preforma final de gran diámetro y por tanto de gran capacidad. El tubo de sílice dopado con cloro y flúor protege el núcleo óptico central contra impurezas traídas por el procedimiento de sobre-revestimiento usando grano de sílice natural.

30 **[0009]** Sin embargo, este procedimiento requiere el uso de un tubo de sílice específico, más costoso que un tubo de sílice puro. Tampoco la presencia de cloro en el tubo de sílice previene la formación de cadenas Si-OH en la superficie del tubo de sílice durante el sobre-revestimiento.

35 **[0010]** El documento FR-A-2 760 449 describe un procedimiento para la deposición de sílice en una preforma primaria de fibra óptica. Este documento propone purificar el deposito de sílice natural durante la operación de sobre-revestimiento. Un conducto de suministro proporciona una mezcla gaseosa que contiene flúor y cloro en la proximidad del quemador de plasma para causar que los elementos alcalinos o los elemento alcalinosterreos contenidos en el grano de sílice reaccionen, en orden a evitar la formación de grupos OH en el sobre-revestimiento formado en la preforma primaria.

45 **[0011]** Sin embargo los inventores de la presente invención averiguaron que no es en el área cubierta por el quemador de plasma -siendo la porción de preforma que se calienta por el quemador de plasma- donde se incorporan las impurezas en el sílice sobre-revestido ya que la temperatura, aproximadamente 2300°, es demasiado alta para promover la formación de cadenas con los grupos OH. Las impurezas son especialmente depositadas en el sílice que acaba de ser vitrificado en la superficie del tubo de sílice y antes de que se haya enfriado. La adicción de una mezcla gaseosa que contiene flúor o cloro en el área de la preforma directamente calentada por el quemador de plasma no reduce por tanto de forma suficiente la formación de impurezas en el sílice sobre-revestido.

50 **[0012]** El documento FR-A-2.647 778 describe un procedimiento y dispositivo para la deposición de sílice en una preforma primaria de fibra óptica. La barra de sílice que forma la preforma primaria es situada en un torno de trabajo de vidrio en una cámara sellada separada de la atmósfera ambiente y abastecida con gas seco. La operación de sobre-revestimiento se lleva a cabo en esta cámara. El aire e la cámara es objeto sucesivamente de un filtrado, una compresión y una refrigeración, para purgado de agua condensada en ella para una desecación final por absorción. Con dicho procedimiento es teóricamente posible suprimir la mayor parte de las impurezas que tienen posibilidad de ser incorporadas en el sobre-revestimiento de sílice. Sin embargo, dicha solución es compleja y costosa de implementar. El volumen de la cámara deber ser de al menos 8 a 10 m³ y requiere un caudal de aire a través de la cámara de alrededor de 3000 m³/h. Someter dicho volumen de aire a las citadas operaciones de filtrado y secado representan un muy alto gasto de implementación incompatible con los gastos de fabricación de fibra ópticas.

60 **[0013]** Por tanto ahí una necesidad de un procedimiento para la fabricación de una preforma de fibra óptica que permita la realización de la operación de sobre-revestimiento a un bajo coste, mientras se limita al máximo la incorporación de impurezas en el sobre-revestimiento de sílice.

[0014] El documento JP 2005-350328 revela un procedo para refinamiento por llama de una barra de núcleo en una llama oxhídrica durante la fabricación de un preforma de fibra óptica.

[0015] El documento JP 07-144928 revela un dispositivo de producción de preforma de fibra óptica para producir un efecto de termoforesis e incrementar la tasa de deposición mitigada.

[0016] El 23 de diciembre de 2005 el solicitante presento la solicitud de patente con numero FR 05 13 254, titulada Procedimiento para la fabricación de una preforma de fibra óptica y publicada como FR 2 895 396. Esta solicitud de patente describe un procedimiento de fabricación en donde la preforma primaria es situada en un tubo de sílice delimitando un volumen de control de tamaño reducido alrededor del área de sobre-revestimiento. La atmósfera es por tanto controlada solamente en dicho volumen reducido delimitado por el tubo de sílice y no en todo el volumen de una cámara que contiene el torno de trabajo de vidrio.

[0017] La presente invención propone otra solución mediante el sobre-revestimiento de la preforma primaria mientras se enfría al menos una zona de la preforma adyacente a la zona cubierta por el quemador de plasma. Con "zona" se refiere a la porción o área alrededor de la periferia de la preforma. El grano de sílice proyectado para el sobre-revestimiento no obstante alcanza su temperatura de vitrificado ya que es proyectado en la llama del quemador de plasma mientras la preforma en sí misma es enfriada justo a lado del quemador, en particular en una zona aguas abajo del deposito de granos de sílice, en orden a limitar la absorción por parte del sílice de impurezas de grupo OH.

[0018] Más concretamente la invención propone un procedimiento para la fabricación de una preforma final de fibra óptica de acuerdo la reivindicación 1. Por "zona cubierta por el quemador de plasma" se entiende una porción o área alrededor de la periferia de la preforma que esta siendo calentada por el quemador de plasma y sobre el que el grano de sílice están siendo proyectado.

[0019] De acuerdo con las realizaciones, el procedimiento de la invención tiene una o más de las siguientes características:

Dos toberas refrigerantes insuflan gas sobre las zonas de la preforma en cualquier de los lados de la zona cubierta por el quemador de plasma;

Dicha al menos una tobera refrigerante insufla aire;

Dicha al menos una tobera refrigerante insufla nitrógeno;

El gas insuflado por dicha al menos una tobera refrigerante tiene un valor de humedad relativa de menos del 10% y preferiblemente menos del 5% a 20°C;

El gas citado se insufla sobre la preforma a una temperatura de entre 20 y 25°C;

El gas insuflado por dicha al menos una tobera refrigerante incluye gases clorados y/o fluorados;

Dicha al menos una tobera refrigerante insufla gas a un caudal mayor de 75 l/min, preferiblemente mayor de 100 l/min, especialmente igual o mayor a 150 l/min y más preferiblemente igual o mayor de 200 l/min.

Dicha al menos una tobera refrigerante esta situada a una distancia radial de entre 15 mm y 60 mm desde la periferia (circunferencia exterior) de la preforma que esta siendo sobre-revestida;

Dicha al menos una tobera refrigerante está situada a una distancia longitudinal de entre 46 mm y 90 mm desde el eje del quemador de plasma;

Dicha al menos una tobera refrigerante está situada a una distancia longitudinal de entre 3 mm y 60 mm desde el lado del quemador de plasma;

[0020] La invención también propone un aparato para la fabricación de un preforma final de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 11.

[0021] De acuerdo con las realizaciones, el aparato de la invención tiene una o mas de las siguientes características;

Dos toberas refrigerantes adaptadas para insuflar gas en cualquier lado del dispositivo de sobre-revestimiento de la preforma primaria;

medios para controlar el caudal de gas insuflado por dicha al menos una tobera refrigerante tal como un controlador de caudal másico o otro tipo de caudalímetros;

medios para controlar la distancia radial entre dicha al menos una tobera y la periferia de la preforma primaria, siendo herramientas de medidas estándar, por ejemplo tales como reglas o cintas de medida.;

Medios para controlar la distancia longitudinal entre dicha al menos un tobera refrigerante citado y el dispositivo de sobre-revestimiento de la preforma primaria tales como reglas o cintas de medida.

Medio para desplazar tanto la preforma primaria o el dispositivo de sobre-revestimiento a lo largo del eje longitudinal de la preforma primaria en traslación uno respecto a otro siendo movable en traslación un torno de trabajo de vidrio usando por ejemplo un motor o un eje;

El dispositivo de sobre-revestimiento comprende un quemador de plasma y un conducto que suministra granos de sílice.

[0022] La invención también se refiere a una fibra óptica estirada a partir de una preforma de fibra óptica obtenida utilizando el procedimiento de fabricación de la invención.

5 **[0023]** Otras características y ventajas de la invención resultarán aparentes cuando se lea la siguiente descripción detallada de realizaciones de la invención dadas únicamente como ejemplos con referencia a las figuras que muestran:

La figura 1 muestra un esquema de los elementos usados para llevar a cabo el procedimiento de la invención;

La figura 2 muestra un diagrama de una preforma de fibra óptica en donde se cortan secciones para la medición de la concentración de grupos OH en el sobre-revestimiento de sílice.

10 La figura 3 muestra un gráfico en donde se representa la concentración de Grupo OH acumulado en relación al diámetro de una preforma de referencia no de acuerdo con la invención frente a dos preformas preparadas de acuerdo con el procedimiento de la invención.

15 **[0024]** La Figura 1 muestra un prefoma primaria 100 que pretende ser situada en un torno de trabajo de vidrio para ser sobre-revestida para así formar una preforma que puede ser utilizada en una torre de estiramiento de fibra óptica. La preforma primaria 100 es una barra de sílice de alta pureza, fabricada de acuerdo con cualquier técnica conocida por ejemplo deposición PCVD en un tubo de sílice.

20 **[0025]** El sobre-revestimiento puede ser llevado a cabo por una deposición por plasma de grano de sílice, preferiblemente grano de sílice natural de bajo coste. El grano de sílice proyectado para sobre-revestimiento puede también ser dopado dependiendo de las aplicaciones deseadas de la fibra óptica. Como es conocido per se, se proporciona un conducto que suministra grano de sílice (no ilustrado) en la proximidad del quemador de plasma 200. Tanto el ensamblaje que consiste en un quemador de plasma 200 y el conducto que suministra grano de sílice se mueven en un movimiento hacia atrás y hacia adelante a lo largo de la preforma primaria en rotación 100, o la preforma primaria en rotación se desliza en un movimiento longitudinal hacia atrás y hacia adelante en frente del quemador de plasma 200 y del conducto que suministra grano de sílice. Además tanto la preforma primaria en rotación 100 como el quemador de plasma 200 pueden moverse un respecto del otro.

30 **[0026]** De acuerdo con la invención, se proporciona al menos una tobera refrigerante 300. Dicha tobera refrigerante 300 está adaptado para insuflar gas sobre una zona de la preforma adyacente a la zona cubierta -calentada directamente- por el quemador de plasma 200. Como se indica anteriormente, la absorción de impurezas de grupos OH en el sílice se potencia por el estado de transición del sílice durante el vitrificado. El inventor averiguo que sí la temperatura del sílice que ha sido justo vitrificado se lleva por debajo de un umbral de temperatura de alrededor de 1300°C la absorción de impurezas OH puede ser reducidas en gran parte.

35 **[0027]** La invención propone por tanto enfriar la preforma alrededor y al menos aguas abajo del quemador de plasma 200 mientras el sobre-revestimiento progresa, mediante el insuflado de gas justo al lado del quemador de plasma 200. En la figura 1, se ilustran dos toberas refrigerantes 300 a cada lado del quemador de plasma 200, que además limita el riesgo de absorción de impurezas en el sílice calentado por el quemador plasma 200; evidentemente una sola tobera refrigerante 300 podría ser suficiente si fuera guiada para que así pueda ser situada aguas abajo del quemador de plasma 200 en cada paso de sobre-revestimiento, o las dos toberas refrigerantes 300 podrían ser accionadas alternativamente. Se busca enfriar la preforma 100 en una zona aguas abajo adyacente a la zona cubierta por el quemador de plasma 200. El termino "aguas abajo" es utilizada aquí respecto al movimiento del quemador de plasma 200 a lo largo de la preforma, a saber, la zona enfriada por la tobera refrigerante 300 que es la zona en donde el grano de sílice ha justo recientemente vitrificado por el quemador de plasma 200. La zona "Aguas abajo" del quemador de plasma 200 alterna por tanto en cada paso de sobre-revestimiento ya que el quemador del plasma 200 realiza un movimiento hacia atrás y hacia adelante a lo largo de la preforma.

50 **[0028]** Las toberas refrigerantes 300 pueden desplazarse con el quemador de plasma 200 sí el quemador de plasma 200 se desplaza a lo largo de la preforma en rotación. Las toberas refrigerantes 300 se desplazan radialmente respecto de la preforma para ajustar su posición relativa a la periferia de la preforma que esta siendo sobre-revestida. En particular, a medida que el sobre-revestimiento progresa, las toberas refrigerantes 300 deben ser desplazadas aparte de tal manera que no se acerquen a la preforma que aumenta con el sobre-revestimiento. Esto por ejemplo puede ser llevado a cabo desplazando el torno arriba y abajo. Las toberas refrigerantes 300 pueden ser integradas en una base común con el dispositivo de sobre-revestimiento que consiste en el quemador de plasma 200 y el conducto que suministra grano de sílice. Las toberas refrigerantes pueden ser mantenidas a una distancia radial fuera de la periferia de la preforma que es sobre-revestida, por ejemplo a una distancia radial de entre 15 y 60 mm. Se averiguo que esta distancia radial daba un óptimo resultado de enfriamiento sin perturbar el sobre-revestimiento. El torno de trabajo de vidrio puede ser desplazado hacia arriba y hacia abajo durante el proceso de sobre-revestimiento en orden a mantener una distancia radial deseada. Las toberas refrigerantes 300 pueden ser mantenidas a una separación longitudinal deseada de la llama del quemador de plasma 200, por ejemplo a una distancia longitudinal de entre 45mm y 90mm desde el eje del quemador de plasma 200. La/s tobera/s refrigerante/s 300 están preferiblemente situadas con una

separación longitudinal de entre 3mm y 50mm de el lado del quemador de plasma 200, el quemador de plasma puede tener por ejemplo un radio de aproximadamente 30 a 80mm, preferiblemente 42mm.

5 **[0029]** Pueden ser conectados a las toberas refrigerantes 300 tanques de aire o nitrógeno presurizado. Los gases son preferiblemente los mismos a los utilizados por el quemador de plasma 200. Los gases almacenados para las toberas refrigerantes 300 tienen un valor de humedad relativa de menos del 10%, preferiblemente menos del 5% a 20°C y pueden ser mezclados con gases fluorados y/o clorados para inhibir cualquier formación de grupos OH en la proximidad del quemador de plasma 200 y para prevenir cadenas Si-OH en la superficie de la preforma alrededor del quemador de plasma 200. Es preferible insuflar nitrógeno mejor que aire para evitar la creación de grupos Nox gases de efecto invernadero, aunque insuflando aire también se dan resultados satisfactorios en relación a la limitación de las impurezas depositadas en el sobre-revestimiento. El gas insuflado por las toberas refrigerantes 300 está por ejemplo a una temperatura ambiente a saber de alrededor de 20° a 25°C. Sin embargo también se pueden utilizar gases más caliente o fríos siempre que se efectúe un enfriamiento de la preforma. El gas enfría la preforma cuya temperatura es llevada a mas de 2000°C por el quemador de plasma 200. El sílice preferiblemente es por tanto enfriado rápidamente después del vitrificado y preferiblemente solo permanece un periodo muy corto de tiempo en estado de transición que potencia la absorción de impurezas de grupo OH; a fin de reducir la absorción de esas impurezas.

20 **[0030]** Con el procedimiento de la invención, la presencia de grupos OH en el sobre-revestimiento de sílice puede ser reducida de forma substancial. Se llevaron a cabo mediciones de concentraciones de grupos OH en varias secciones de diferentes preformas de fibra óptica. La Figura 2 muestra un diagrama de una preforma de fibra óptica cuyas secciones han sido cortadas. Las posiciones indicadas <<A>> y <<F>> se corresponden con los puntos de soldado de la preforma sobre el soporte del torno de trabajo de vidrio. Se muestran seis posiciones espaciadas por aproximadamente 100 mm para una preforma de aproximadamente 500 mm de longitud, la concentración de grupos OH puede ser medida en cada sección por ejemplo utilizando una técnica de espectroscopio de infrarrojos.

25 **[0031]** La tabla siguiente da el promedio de concentración de grupos OH en diferentes secciones del sobre-revestimiento para diferentes preformas cuando se miden entre diámetros de 34 mm y 92 mm. La mediciones de concentraciones de grupo OH mostradas en la tabla se corresponde por tanto con las concentraciones de grupos OH en el revestimiento; la preforma primaria tiene un diámetro de 33 mm y la preforma final tiene un diámetro de 93 mm. La tabla muestra un promedio de medición de la concentración de grupos OH para un preforma con diámetro estrictamente menor de 50 mm. (mediciones realizadas entres diámetros de 34 y 49,99) y para una preforma con un diámetro de 50 mm o mayor. Esta división es arbitraria y solo tomada para mostrar la importancia de un nivel bajo de impurezas de grupos OH cerca del revestimiento interior de preformas de 500 mm de longitud cuando es cortada a intervalos regulares (como se muestra en la Figura 2) para medir la concentración radial de impurezas de grupos OH en el sobre-revestimiento. La tabla siguiente muestra por tanto ese promedio de concentración de grupos OH en el sobre-revestimiento de la preforma de referencia y para dos preformas obtenidas usando el procedimiento de la invención para las diferentes secciones B a E.

| | Preforma de referencia | | Preforma I | | Preforma II | |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | [OH]Promedio δ 50 mm | [OH]Promedio > 50 mm | [OH]Promedio δ 50 mm | [OH]Promedio >50mm | [OH]Promedio δ 50 mm | [OH]promedio >50mm |
| Pos. BB | 3,01 | 8,85 | 0,27 | 4,18 | 0,44 | 3,68 |
| Pos. CC | 3,2 | 8,19 | 0,36 | 3,47 | 0,44 | 3,66 |
| Pos. D | 3,13 | 10,01 | 0,48 | 3,61 | 0,44 | 3,74 |
| Pos. | 2,93 | 7,49 | 0,43 | 3,34 | 0,82 | 3,79 |

40 **[0032]** La preforma de referencia fue sobre-revestida de acuerdo a un procedimiento del estado del arte anterior, por ejemplo sobre-revestimiento mediante la proyección de granos de sílice vitrificado sobre un preforma utilizando un quemador de plasma en una cámara 200 con atmosférica controlada.

45 **[0033]** La preforma 1 fue sobre-revestida utilizando el procedimiento de la invención, a saber mediante la proyección de granos de sílice vitrificado sobre la preforma utilizando un quemador de plasma 200 y enfriando la preforma justo al lado del quemador de plasma 200. Para fabricar la preforma 1, fueron usadas dos toberas refrigerantes 300 para insuflar nitrógeno en cada lado del quemador de plasma 200 con un caudal de 150 l/min; las toberas refrigerantes 300 fueron situadas 10 mm separadas del borde del quemador de plasma 200, a saber, aproximadamente 60 mm separadas del eje del quemador de plasma 200 y 25 mm separados de la periferia de la preforma durante la operación de sobre-revestimiento.

- 5 [0034] La preforma II fue sobre-revestida utilizando el procedimiento de la invención, a saber, sobre-revistiendo mediante la proyección de grano de sílice vitrificado sobre la preforma utilizando un quemador de plasma 200, con enfriamiento de la preforma justo al lado del quemador de plasma 200. Para fabricar la preforma II, fueron utilizadas dos toberas refrigerantes 300 para insuflar nitrógeno en cada lado del quemador de plasma 200 con un caudal de 200l/min; las toberas refrigerantes 300 fueron situadas con 10 mm de separación del borde del quemador de plasma 200, a saber, aproximadamente 60 mm separados del eje del quemador de plasma 200 y 25 mm separados de la periferia de la preforma durante la operación de sobre-revestimiento.
- 10 [0035] Se averiguo que la concentración media de grupos OH en el revestimiento de sílice cerca del núcleo óptico, a saber en el sobre-revestimiento de hasta un diámetro estrictamente inferior a 50 mm, para la preforma de referencia fue entre 2.93 y 3.20; mientras para la preforma I de la invención esa media de concentración oscilo desde 0.27 a 0.48, y para la preforma II de la invención esa media de concentración oscilo desde 0.44 a 0.52. La reducción de impurezas de grupos OH en las primera capas es por tanto notable utilizando el procedimiento de la invención, con una concentración alrededor de 6 veces menor en las preformas de la invención comparadas con la preforma de referencia. La reducción de impurezas en las primeras capas de sobre-revestimiento es esencial para reducir el riesgo de migración de estas impurezas hacia el núcleo óptico de la fibra óptica.
- 20 [0036] Adicionalmente, el promedio de concentración de grupos OH en el sobre-revestimiento de sílice de diámetro más allá de 50 mm es también mejorado con el procedimiento de la invención. El promedio de concentración de grupos OH se sitúa entre 7.49 y 10,01 para la preforma de referencia; mientras que para la preforma I de acuerdo con la invención, este promedio de concentración se sitúa entre 3.34 y 4,18 y para la preforma II de acuerdo con la Invención, este promedio de concentración se sitúa entre 3.66 y 3.79.
- 25 [0037] La Figura 3 es un gráfico que representa la concentración de grupos OH acumulada como función del diámetro de la preforma, medidas de diámetros de 34 y 92 mm. La línea continua muestra la concentración de grupos OH acumulada como se midió para le preforma de referencia, el trazo – para la preforma I y el trazo + para la preforma II
- 30 [0038] Se apreciará a partir de la tabla y Figura 3 que la concentración de grupos OH en el sobre-revestimiento fue reducido de forma substancial en las preformas (I+II) de la presente invención comparadas con la preforma de referencia. También se aprecia a partir de la Tabla que la Preforma II mostró un promedio más regular de concentración de grupos OH que la preforma I; a saber una diferencia más pequeña entre los promedios de concentraciones de las diferentes secciones medidas. Una caudal mayor del gas dirigido sobre las zonas de la preforma adyacentes al quemador de plasma 200 proporciona un enfriamiento más uniforme de la preforma.
- 35 [0039] El procedimiento de la invención puede ser llevado acabo con un aparato relativamente simple. Un torno de trabajo de vidrio convencional puede utilizarse como soporte para recibir la preforma primaria 100. Un quemador de plasma 200 de tipo convencional con un conducto que suministra grano de sílice puede también proporcionarse. También se proporciona al menos una tobera refrigerante 300. La tobera refrigerante puede ser integrada en un soporte común con el quemador de plasma 200 o puede ser instalada al lado de este y comandado de forma separada.
- 40 [0040] El aparato también comprende medios para controlar la distancia radial entre la tobera refrigerante 300 y la periferia de la preforma que esta siendo sobre-revestida. El aparato también puede comprender medios para controlar el caudal de la/s tobera/s refrigerante(s) 300 y medios para controlar la posición de la/s tobera/s refrigerante(s) 300, en particular para controlar la distancia longitudinal desde el quemador de plasma 200 sí la tobera refrigerante no esta integrado en un soporte común con el quemador de plasma 200.
- 45 [0041] El Procedimiento y aparato de la invención puede ser utilizado para sobre-revestir una preforma primaria de fibra óptica para obtener una preforma final lista para estirar. Esta etapa de sobre-revestimiento puede ser realizada en un recinto sin control de atmósfera que limita los costes de instalación. Se averiguo por el solicitante que simplemente enfriando las zonas de la preforma adyacentes al quemador de plasma 200 es suficiente para limitar la incorporación de impurezas de grupos OH en el sobre-revestimiento.
- 50 [0042] La operación de sobre-revestimiento de la preforma primaria puede ser por tanto realizada usando un aparato simple y de bajo coste permitiendo una reducción eficiente de las impurezas incorporadas en el sobre-revestimiento de sílice. Una fibra óptica que tiene propiedades de transmisión mejoradas puede ser por tanto estirada a partir de una preforma final obtenida utilizando en procedimiento de la invención.
- 55

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de una preforma final de fibra óptica que comprende una etapa en la que se proporciona una preforma primaria (100) y una etapa de sobre-revestimiento de la preforma primaria por la proyección de granos de sílice bajo un quemador de plasma (200), donde tanto la preforma primaria (100) o el quemador de plasma (200) se mueven en traslación a lo largo del eje longitudinal de la preforma primaria (100) respecto el uno del otro, donde al menos una zona de la preforma aguas abajo del quemador de plasma (200), que es una zona de la preforma en donde los granos de sílice han sido justo vitrificados durante la etapa de sobre-revestimiento, es enfriada a una temperatura menor de 1300 °C durante el sobre-revestimiento por al menos una tobera refrigerante (300) insuflando gas.
- 10 2. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, donde una tobera refrigerante (300) insufla gas sobre zona de la preforma aguas abajo del quemador de plasma (200), que es una zona de la preforma en donde los granos de sílice han sido justo vitrificados durante la etapa de sobre-revestimiento.
- 15 3. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, donde dos toberas refrigerantes (300) insuflan gas en la preforma en cualquiera de los lados de la zona cubierta por el quemador de plasma (200).
- 20 4. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha al menos una tobera refrigerante (300) insufla aire.
- 25 5. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha al menos una tobera refrigerante (300) insufla nitrógeno.
- 30 6. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el gas insuflado por dicha al menos una tobera refrigerantes (300) tiene a un valor de humedad relativa inferior al 5% a 20 °C.
- 35 7. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el gas insuflado por dicha al menos una tobera refrigerantes (300) incluye gases clorados y/o fluorados
- 40 8. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicha al menos una tobera refrigerante (300) insufla gas a un caudal de mas de 75 l/min, preferiblemente más de 100 l/min, especialmente igual o superior a 150 l/min y más preferiblemente igual o superior de 200 l/min.
- 45 9. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicha al menos una tobera refrigerante (300) esta situada a una distancia radial comprendida entre 15 mm y 60 mm desde la periferia de la preforma que es sobre-revestida.
- 50 10. Procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicha al menos una tobera refrigerante (300) esta situada a una distancia longitudinal comprendida entre 45 mm y 90 mm del eje del quemador de plasma (200)
- 55 11. Aparato para la fabricación de una preforma final de fibra óptica que comprende:
 Un soporte para recibir la preforma primaria;
 Un dispositivo de sobre-revestimiento de la preforma primaria;
 Al menos una tobera refrigerante (300) adaptada para insuflar gas sobre una zona de la preforma adyacente a la zona cubierta por el dispositivo de sobre-revestimiento de la preforma primaria.
 Medios para desplazar tanto la preforma primaria o el dispositivo de sobre-revestimiento en traslación a lo largo del eje longitudinal de la preforma primaria uno respecto a otro; y
 medios para el control de la distancia radial entre dicha al menos una tobera refrigerante (300) y la periferia de la preforma primaria.
- 60 12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende dos toberas refrigerantes (300) adaptadas para insuflar gas en cualquiera de los lados del dispositivo de sobre-revestimiento.
13. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 11 o 12, que adicionalmente comprende medios para el control del caudal del gas insuflado por dicha al menos una tobera refrigerante (300).
14. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que adicionalmente comprende medios para el control de la distancia longitudinal entre dicha al menos una tobera refrigerante (300) y el dispositivo de sobre-revestimiento de la preforma primaria.

15. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, donde el dispositivo de sobre-revestimiento comprende un quemador de plasma (200) y un conducto que suministra grano de sílice.

Figura 1.

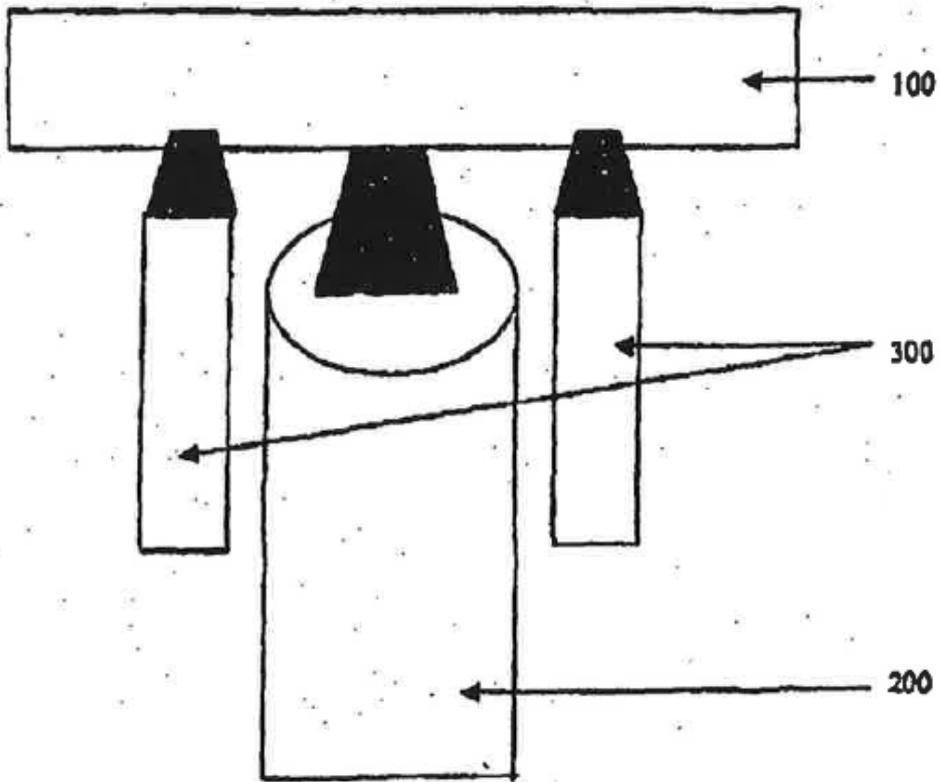
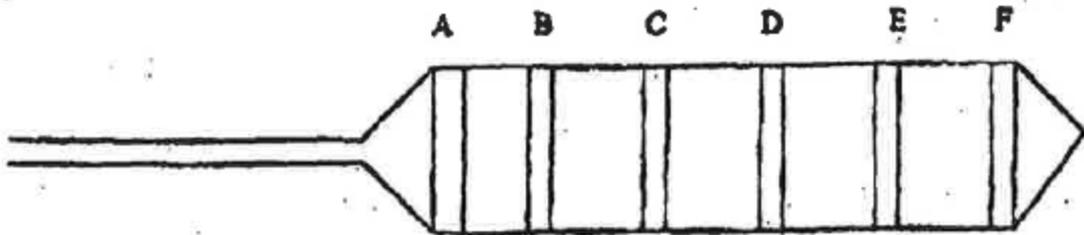


Figura 2



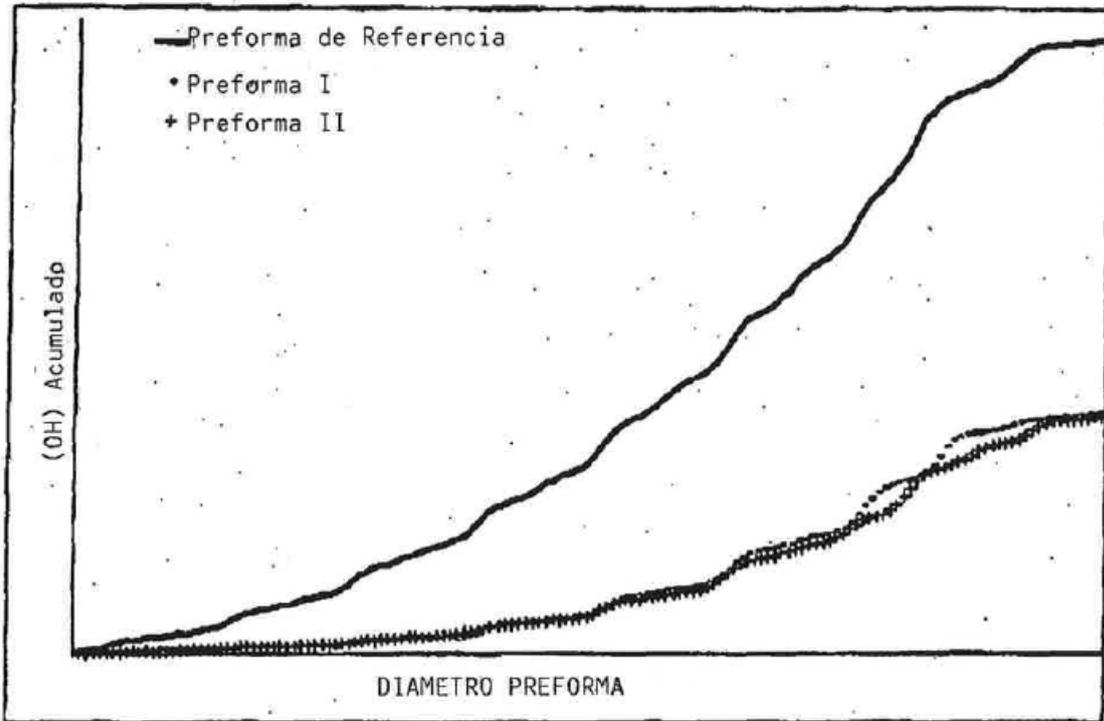


Figura 3

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 20020144521 A [0008] | ♣ JP 7144928 A [0015] |
| ♣ FR 2760449 A [0010] | ♣ FR 0513254 [0016] |
| ♣ FR Z647778 A [0012] | ♣ FR 2895396 [0016] |
| ♣ JP 2005350328 A [0014] | ♣ |