

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	447.071	
	22	FECHA DE PRESENTACION	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
224.768	16.4.75	CANADA

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G 0 2 B	

64 TITULO DE LA INVENCION
PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA FIBRA OPTICA.

71 SOLICITANTE (S)
NORTHERN TELECOM LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
1600 Dorchester Boulevard West, Montreal, Quebec, Canada.

72 INVENTOR (ES)
KOICHI ABE, Ing., FREDERICK DAVID KING., Physicist.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO.

**POOR  
QUALITY**

Este invento se refiere a la fabricación de fibras ópticas.

5. Las fibras ópticas comprenden un núcleo fotoconductor rodeado normalmente por un revestimiento. El núcleo tiene un índice de refracción más elevado que el revestimiento. La luz queda retenida en el núcleo por reflexión en la zona interfacial entre el núcleo y el revestimiento. En otra forma de fibra óptica, el núcleo fotoconductor tiene un índice de refracción continuamente variable y no se necesita capa de revestimiento. Otra forma de fibra óptica tiene un índice de refracción gradual radialmente variable. El presente invento se refiere en particular a fibras ópticas que tienen un núcleo y un revestimiento, o que tienen una forma de índice de refracción radialmente variable progresiva.

10. Las fibras ópticas del tipo al que se refiere el presente invento de un modo particular, se pueden hacer de diferentes modos, pero en el caso presente, la fabricación por deposición o formación de una secuencia de capas sobre el lado interior de un tubo de sílice fundido seguido por abatimiento del tubo y tracción es la técnica particular en cuestión.

15. Las pérdidas de transmisión en una fibra óptica se producen desde varias fuentes. Dos de las fuentes son los centros de difusión y fluctuación de densidad microscópica (difusión de Rayleigh).

20. El presente invento se refiere a la fabricación de una fibra óptica con baja pérdida en la cual los centros de difusión por lo menos se reducen sensiblemente y también se reducen notablemente la difusión de Rayleigh.

25. En la producción de una fibra óptica, se forma una película de sílice sobre la pared interior del tubo de sílice.

30.

- fundido. En la zona calentada del tubo, se produce disociación de las materias primas y la fusión de la deposición del hollín resultante. Generalmente se necesitan una temperatura de deposición de aproximadamente  $1,600^{\circ}\text{C}$  para fundir la deposición de hollín y formar una película vítrea, cuya temperatura está muy próxima a la temperatura de reblandecimiento de silice fundido. Se puede producir deformaciones del tubo y dicha deformación producirá un núcleo deformado cuando la preforma se somete a tracción para formar la fibra óptica. Además, la fusión incompleta puede dar por resultado la formación de burbujas por oclusión de gas en la capa depositada. Dichas burbujas actúan como centros de difusión. Asimismo aumenta las variaciones de densidad microscópica en las capas depositada a las elevadas temperaturas empleadas.
5. En el presente invento se añade un material fundente al silice y aditivo o adulterante para emplear una temperatura de transición menor.
10. El invento se comprenderá fácilmente por la descripción que sigue de varias modalidades, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:
15. La figura 1 es una ilustración esquemática de un aparato para fabricar una preforma tubular, según el presente invento.
20. La figura 2 ilustra una variación en el índice de refracción con adición de germanio.
25. La figura 3 ilustra la reducción en la temperatura de transición cristalina y en ordenadas con adición de agentes fundentes (moles % en abscisas).
30. La figura 4 es una vista en sección transversal tomada a través de una fibra óptica, y representa deformación.

Las figuras 1, en una vista en sección transversal tomada a través de una fibra óptica, según el presente invento.

5. Según se ilustra en la figura 1, se mantienen en depósito 10 y 11  $\text{SiCl}$  y  $\text{GeCl}$  en forma líquida. Se burbujea oxígeno a través de los líquidos por los tubos 12 y 13, y al efectuar esta operación, se desprende vapor de cada líquido. El oxígeno y vapor de cada depósito pasa a través de tubos 14 y 15 hasta una cámara colectora 16. También se alimenta oxígeno directamente a la cámara colectora 16 por un tubo 17.
10. El flujo de oxígeno en cada uno de los tubos 12, 13 y 17 se regula por medio de válvulas 18. En cada tubo 12, 13 y 17 se colocan flujómetros 19.

15. Desde la cámara colectora 16 los gases combinados pasan a través de un tubo 20 y fluyen a través de un tubo giratorio 21 de sílice fundido. Según gira el tubo 21 una llama emitida por un soplete 22 recorre en sentido ascendente y descendente el tubo, alimentándose oxígeno e hidrógeno para el soplete por los tubos 23 y 24. En el estado caliente del tubo 21, en la posición 25 indicada en la figura 1, los gases y vapores se disocian y se produce oxígeno del silicio y el germanio con una deposición consiguiente sobre la pared del tubo 21. La deposición adopta la forma de un depósito de hojín que se funde sobre la pared del tubo 21 en forma de una película vítrea.
- 20.

25. Para depositar y formar varias capas sobre la pared del tubo se dan varias pasadas con el soplete 22. Si se desea el flujo de oxígeno a través de la solución de  $\text{GeCl}$  puede variar en cada pasada del soplete 22 para producir una composición variable progresiva.

30. En general el  $\text{SiCl}$  es siempre el material básico pero

el aditivo puede variar. Así, el germanio es uno de los aditivos más generales, pero otros que se pueden emplear son el titanio, fósforo, aluminio, y talio. La finalidad del aditivo es aumentar el índice de refracción del sílice.

5. En el invento presente se utiliza otro aditivo. Así, según se ilustra en la figura 1, se utiliza otro depósito 30, en el presente ejemplo con un contenido de tribromuro de boro ( $\text{BBr}_3$ ). El oxígeno se burbujea a través del depósito por el tubo 31, utilizándose una válvula de regulación 32 y un flujo metro de masa 33. Desde el depósito 30 el oxígeno y el vapor se alimentan por el tubo 34 a la cámara colectora 16 donde se combina con los flujos de los depósitos 10 y 11. La adición de óxido de boro a los productos en la posición de calentamiento, 25 en la figura 1, da por resultado una reducción de la temperatura de transición del material depositado. Esto significa que la temperatura a la cual se calienta el tubo de sílice fundido 21 puede ser sensiblemente menor.
- 10.
- 15.

- En la figura 1 el óxido de boro se obtiene burbujeando oxígeno a través de  $\text{BBr}_3$  en estado líquido. Como variante se puede emplear tricloruro de boro. Este compuesto se encontrará en estado gaseoso y se puede añadir al sistema desde una botella, según indican las líneas de trazos 35 en la figura 1.
- 20.

- Otro aditivo o fundente es el pentóxido de fósforo. En un depósito se tiene oxiclورو de fósforo ( $\text{POCl}_3$ ) y se burbujea oxígeno a través del mismo, por ejemplo del depósito 30 en la figura 1. La reacción en la zona caliente del tubo 21 forma pentóxido de fósforo en dicha zona. También se pueden emplear otros materiales que actúan como fundentes y reducen la temperatura de transición. La figura 3
- 25.
- 30.

ilustra la reducción en la temperatura de transición del sílice con adición de óxido de boro o pentóxido de fósforo. Se obtienen resultados similares con óxido de silicio con germanio u otro aditivo.

5. Se verá que se obtiene una notable reducción en las temperaturas de fusión del depósito de hollín sobre la pared del tubo de sílice fundido. La temperatura de reblandecimiento del sílice fundido es aproximadamente  $1.750^{\circ}\text{C}$  y sin el empleo de aditivo fundente las temperaturas de fusión del depósito eran tan solo ligeramente inferiores, aproximadamente  $1.600^{\circ}\text{C}$ . Como resultado, durante las pasadas múltiples del soplete, el tubo de sílice se deformaba gradualmente. Una preforma de tubo deformado producirá un núcleo deformado cuando el tubo se abate y se somete a tracción para formar la fibra.
- 10.
- 15.

Asimismo, si la fusión es incompleta, se forman frecuentemente burbujas por la oclusión de gas en el interior de la capa o película depositada. Mediante el empleo del fundente, la temperatura de fusión reducida evita, o al menos reduce sensiblemente, la deformación del tubo de sílice fundido. A medida que la temperatura de transición del estado vítreo de los depósitos se separan de las proximidades de la temperatura de reblandecimiento del tubo de sílice, se obtiene una mayor seguridad de que la temperatura en la zona calentada en el tubo sea la necesaria para asegurar una completa fusión y evitar, o al menos reducir sensiblemente, la formación de burbujas.

- 20.
- 25.
- 30.

La figura 4 es una vista en sección transversal tomada a través de una fibra óptica que ilustra un núcleo deformado 39 resultante de un tubo de deposición de sílice

de deformado.

5. La figura 5 es una vista en sección transversal tomada a través de una fibra óptica producida a partir de un tubo formado según el presente invento. Las diversas capas formadas por las diversas pasadas del soplete están indicadas por la referencia 40. Cada capa 40 tiene una proporción sucesivamente menor de aditivo, por ejemplo germanio en cada capa a medida que se alcanza la capa exterior. La capa exterior 41 es el tubo de sílice fundido original, 21 en la figura 1. El aditivo fundente se incorpora en cada capa y, por lo tanto, cada capa 10. 40 está compuesta por aditivo de sílice fundido y aditivo fundente, por ejemplo sílice más óxido de germanio más óxido de boro.

15. Por ejemplo, se dan 10 pasadas del soplete 22, figura 1, con una formación de una capa o película 10 de 10 micrones de espesor en cada pasada. Normalmente se forman 10 capas.

20. Después de la formación de las capas en el tubo, el tubo se abate empleando técnicas conocidas. Así, normalmente el tubo se contrae o abate calentándolo por encima de la temperatura de reblandecimiento. El tubo se abate bajo tensión superficial. Por ejemplo, el soplete 22, figura 1, hace una primera pasada, calentando el tubo a una temperatura de 1.700 a 1.800°C. El tubo se contrae a medida que la zona calentada asciende por el tubo. El soplete hace entonces una segunda 25. pasada recalentando el tubo a la misma temperatura, abatiéndose o contrayéndose el tubo para formar una varilla sólida. Mientras se calienta el tubo se somete a rotación.

30. En el ejemplo descrito, el tubo se sostiene con su eje geométrico vertical, tanto para la formación de las capas como para la contracción o abatimiento. También se puede sostener

el tubo horizontalmente.

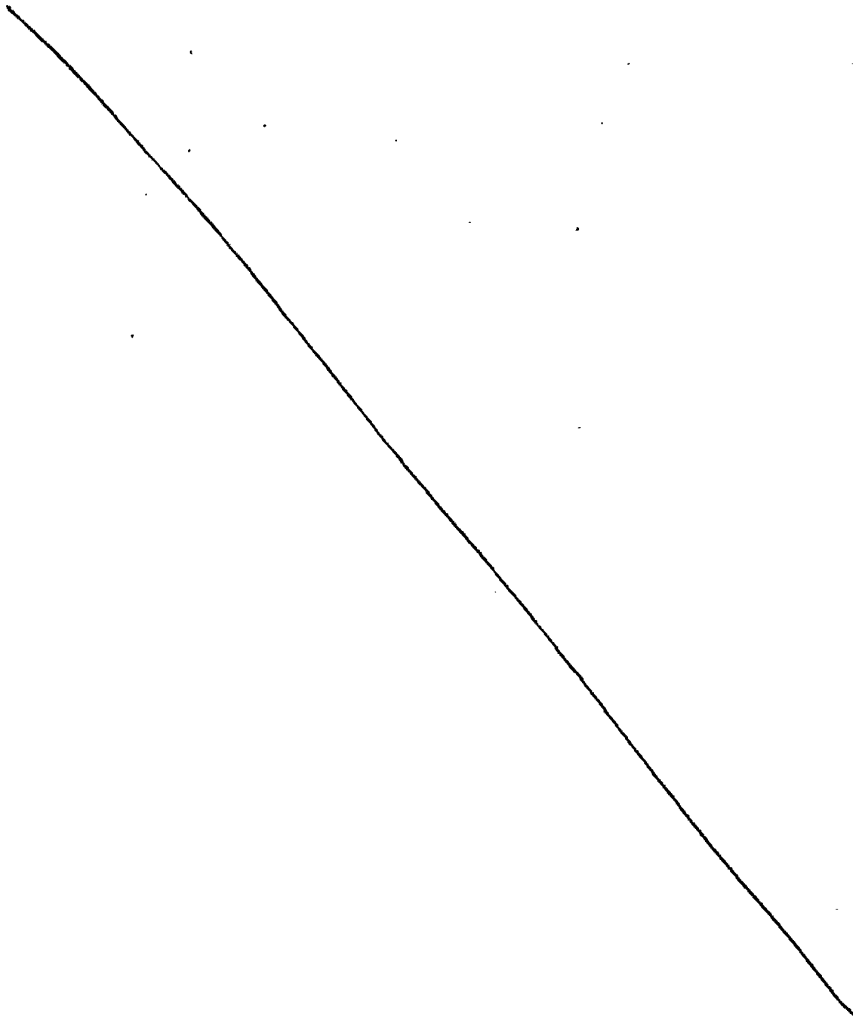
Después de haberse formado una varilla sólida, se somete a tracción para formar una fibra de una forma normal, por ejemplo alimentándose en un horno y tirando desde el extremo inferior y enrollando sobre un tambor.

5

Durante la contracción, el flujo de gases a través del tubo continua desprendiéndose y suprimiendo evaporación de adulterantes volátiles.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

10



SECRET

REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento para formar una fibra óptica, el cual comprende sostener un tubo cilindrico de sílice fundido y está, caracterizado porque se forma un vapor mezclado que comprende oxígeno tetracloruro de silicio, un adulterante y un fundente y se hace pasar el vapor mezclado a través del tubo; se calienta el tubo para formar una zona caliente que se desplaza a lo largo del tubo por lo que el vapor forma un depósito adyacente a la zona caliente y se funde el depósito para formar una capa sobre la superficie interior del tubo, empleándose un adulterante para producir un índice de refracción más elevado en la capa que en el tubo; utilizándose un fundente para reducir la temperatura de fusión del depósito; se repite el calentamiento del tubo para formar una pluralidad de capas; se calienta el tubo por encima de la temperatura de reblandecimiento para abatir el tubo formando una varilla; y se somete la varilla a tracción para formar una fibra óptica.

20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se varía la proporción de adulterante para formar una sucesión de capas, teniendo cada capa sucesiva un índice de refracción más elevado que la capa anterior.

25 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque se mantiene el flujo de vapor a través del tubo mientras se produce el abatimiento.

4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizado porque el tubo se sostiene por cada extremo en posición vertical y se hace girar alrededor de su eje vertical mientras se calienta.

30 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindi-



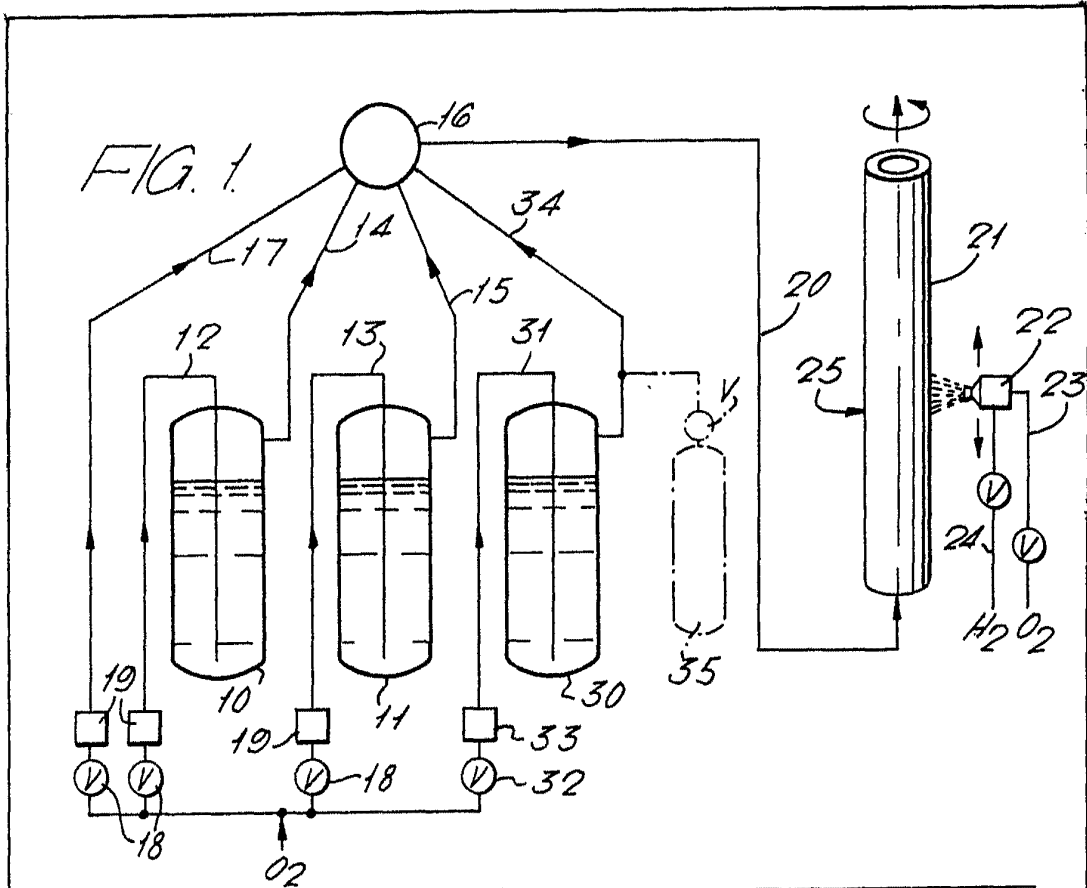
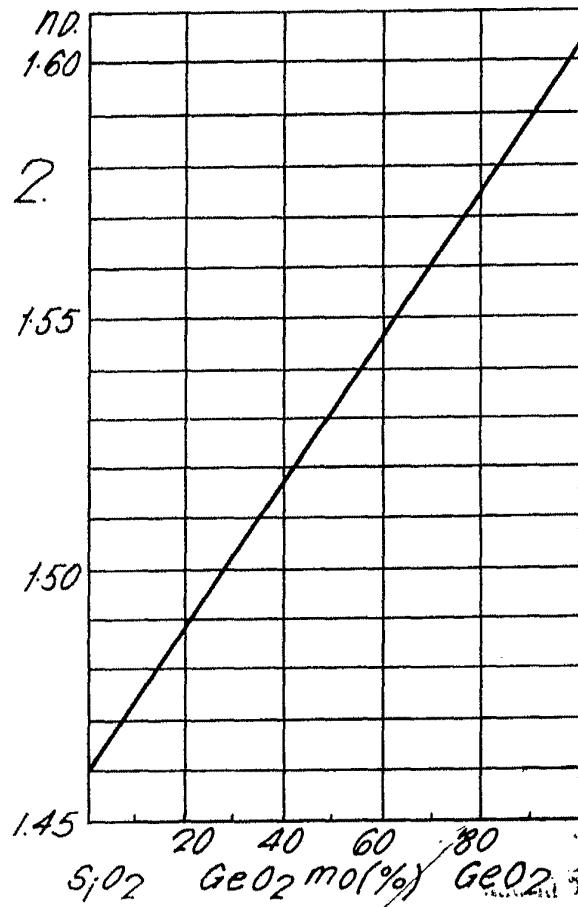


FIG. 2



ABR. 1976

*[Handwritten signature]*

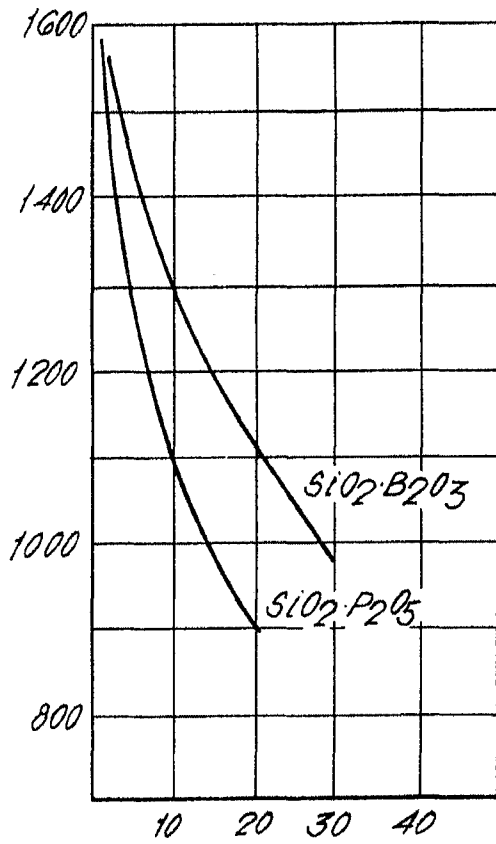


FIG. 3.

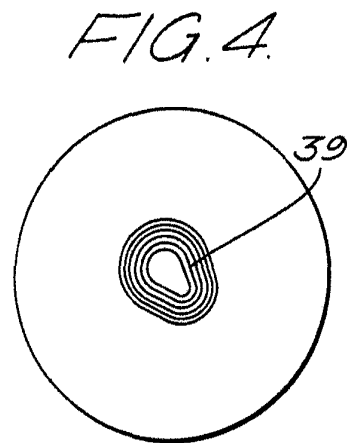
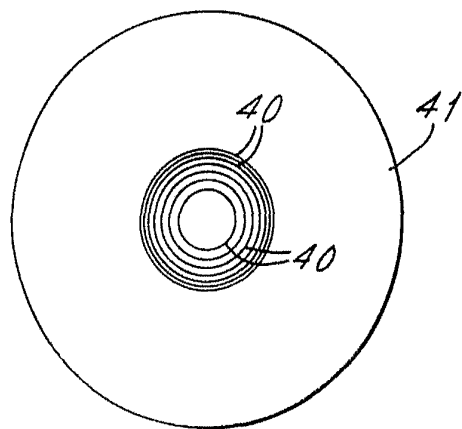


FIG. 4.

FIG. 5.



Handwritten signature and stamp.