

MINISTERIO DE INDUSTRIA

20 JUL. 1978

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Concedido el Registro de acuerdo  
con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(11) ES	(10) A1
(21) NÚMERO	405927
(22) FECHA DE PRESENTACION	16-12-77



ESPAÑA

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:		
(31) NÚMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
751.282	16.Dic.76	USA
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G02B, C02B	
(54) TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO MEJORADO DE FABRICACION CONTINUA DE FIBRAS OPTICAS"		
(71) SOLICITANTE (S)		
STANDARD ELECTRICA, S.A.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Madrid, calle de Ramirez de Prado, nº 5.		
(72) INVENTOR (ES)		
Charles Kao James Goell Mokhtar Maklad		
(73) TITULAR (ES)		
STANDARD ELECTRICA, S.A.		
(74) REPRESENTANTE		
D. Manuel Gómex Santamaría		

Para la fabricación de fibras ópticas de cristal en un proceso continuo son varios los métodos que han sido propuestos. Uno de ellos es el dado a conocer con la patente de los Estados Unidos nº 3.957.474 asignada a la Nippon Telegraph and Telephone Public Corp. Con el método  
5 indicado en la misma se hace el depósito de los ingredientes de formación del cristal en un mandril caliente para obtener una preforma de fibra óptica.

Con el método que es descrito en la patente de los Estados Unidos nº 3.614.197, asignada a la Semiconductor Research Foundation, para el proceso se hace uso de una  
10 vajija de calentamiento en forma de túnel multiescalonado donde se forma una varilla maciza de cristal que es posteriormente calentada y estirada para obtener una fibra óptica. Tanto el uso del mandril caliente como el proceso que se  
15 sigue con el cristal caliente constituyen unos medios de proceso continuo de formación de unas preformas macizas de fibras ópticas de cristal pero sin que se haga el formado de las fibras ópticas propiamente dichas en un proceso  
20 continuo que comience con la introducción en un extremo de la línea de producción de las materias primas y que termine en el otro extremo con el estirado de la fibra óptica.

Anteriormente se tenía la creencia de que la obtención de la preforma maciza de fibra óptica como operación  
25 independiente del proceso de fabricación de la fibra daba unas ciertas ventajas; la varilla así obtenida podía ser sometida a ensayos para conocer sus propiedades de transmisión óptica y su uniformidad geométrica antes de convertirla por estirado en una fibra. De este modo se podían  
30 seleccionar, entre un cierto número de preformas, aquellas que

se considerasen las mejores, evitándose así la pérdida de tiempo y de trabajo del estirado de todas ellas.

La finalidad de este invento es la obtención de un método de formado de fibras ópticas de elevada resistencia mecánica y de un alto grado de pureza en un proceso único de fabricación continua.

Según el método objeto de esta patente, los materiales para la botención de las fibras ópticas de características como las que se acaban de referir se van introduciendo en un depósito de diseño especial sometido a una alta temperatura en el que se pueden ir depositando todos ellos, sin entremezclarse, de un modo continuo. Dichos materiales son destilados en fase de vapor y depositados rápidamente por medio de una descarga luminiscente de R.F. localizada. Con la energía recibida los ingredientes son además calentados para licuarse, para que puedan pasar por un orificio controlado, dónde se forma la fibra óptica en el interior de una cámara cerrada. Si se quiere, la fibra pueda ser sometida a un chorro de oxígeno filtrado, que la enfría y extrae de su superficie solidificada cualquier partícula de polvo que pueda caer en ella. También se prevé el uso de un chorro de gas flúor para impedir que alguna cantidad de agua que pudiera contener reaccione con la fibra terminada. Antes de que salga de la cámara ambientada y de que quede expuesta en el proceso de estirado que sigue, la fibra es recubierta con una película blanda de plástico.

A continuación se hace una descripción del invento haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales

30 - la Fig. 1 muestra una vista en sección de un tipo de apa-

rato usado en el proceso de obtención de la fibra de este invento;

- la Fig. 2 es una vista también en sección de otro aparato para el proceso de obtención de la fibra de este invento, y
- 5 - la Fig. 3 muestra una sección transversal de una fibra óptica fabricada con los aparatos mostrados en las Figs. 1 y 2.

Como la fabricación de las fibras ópticas procediendo anteriormente a la obtención de unas preformas requiere gran cantidad de equipo y de tiempo son varios los intentos que  
10 se han hecho en busca de un proceso continuo y económicamente aceptable de obtención de las fibras. Con el objeto de llegar a determinar si el aumento de la velocidad en el estirado pudiera afectar a la calidad de la fibra óptica resultante  
15 se han hecho experimentos de estirado de preforma de fibras ópticas con los equipos existentes con altas velocidades; ensayadas las fibras así obtenidas en cuenta a sus propiedades ópticas y de resistencia se tuvo el sorprendente resultado de que el aumento de la velocidad en el estirado, lejos  
20 de afectar negativamente a las propiedades ópticas, producía unas fibras con unas pérdidas ópticas menores. La razón por la cual las propiedades ópticas de las fibras se mejoran cuando éstas son obtenidas con un estirado hecho a una velocidad mayor no se comprenden del todo, si bien se cree que ello  
25 es debido a una disminución en las pérdidas de dispersión de Rayleigh posiblemente producida por una mayor uniformidad en la densidad del cristal de las fibras estiradas con unas mayores velocidades.

Para poder servirse de las ventajas adicionales que  
30 se tienen con un estirado más rápido en los procesos de fa-

bricación continua de fibras sin la fase previa de obtención de la preforma de fibra óptica han sido considerados varios métodos para la producción de las materias de iniciación del proceso a un ritmo suficiente para dar abasto al proceso de  
5 estirado más rápido.

La gran pureza del depósito formado por sustancias químicas procedentes del proceso de fase de vapor fue lo que en principio se consideró más decisivo para la selección de esta etapa previa pero tuvo que ser desechado por su lenti-  
10 tud, que le hacía inapto para ser usado con los equipos de estirado con una velocidad grande. Sin embargo, cuando los materiales de núcleo y fibra son depositados simultáneamente y se hace uso de un método de destilación como el de depósito de vapor químico, se puede producir un material de fibra su-  
15 ficiente para un estirado rápido de la fibra haciendo uso de la descarga luminiscente.

El uso de un campo de R.F. localizado para crear una descarga luminiscente permite depositar el material a un ritmo diez veces mayor que el que se tiene utilizando ca-  
20 lefacción eléctrica en los procesos de formación del depósito. Con ello el material se deposita uniforme y rápidamente sobre la superficie del crisol. La descarga luminiscente generada por R.F. puede ser llevada a la región del interior del crisol por medio de un chorro de plasma. El crisol puede  
25 ser calentado por R.F. para tener la seguridad de que el crisol depositado se mantiene en un estado de fusión y de que puede pasar por el orificio.

El método de formación del depósito por medio de una descarga luminiscente de R.F. se describe en la solicitud  
30 de patente de los Estados Unidos nº 696.991 presentada el

17 de Junio de 1976 (Uffen-2Y) y con la misma asignación que el presente invento. En la solicitud de patente que se menciona la descarga luminiscente R.F. se usa para la formación de capas de material de núcleo y de recubrimiento con la superficie interior de un tubo de sílice, el cual a continuación es aplastado para formar una preforma que después se calienta y estira convirtiéndola en una fibra óptica.

La obtención de la fibra continua de alta resistencia y bajas pérdidas de este invento puede hacerse con el aparato de la Fig. 1 en el que una envolvente 10 cubre por completo a un crisol 15. Atravesando dicha envolvente 10 hay un cierto número de toberas, que se designan en su conjunto por 11, por las que son llevados los materiales para la fabricación de las fibras, en estado gaseoso, contra la superficie interior de dicho crisol 15. Dicho crisol 15 se encuentra rodeado por una bobina 16 de calentamiento por R.F. Por unos sopletes de plasma 2, 2' es introducido al interior una descarga luminiscente de A.F. Las partículas de vapor 9 de los materiales reaccionan en el plasma y forman cristales que rápidamente se depositan en la superficie del crisol 15 en una serie de capas vítreas uniformes. A los efectos de la realización que estamos describiendo nos referimos a tres de estas toberas 11 si bien, dado que cada una de estas toberas tiene por objeto la formación de una capa específica de material, el número de toberas dependerá del número de capas que se quieran depositar. En este caso tenemos que la primera tobera 12 está dedicada a la primera capa de material 21, la segunda tobera 13 aporta el material para la segunda capa 22 y la tercera tobera 14 lo hace para la tercera capa 23, que es la que se forma más al interior. Con

objeto de que las capas que se formen tengan la mayor uniformidad posible en la circunferencia del crisol hay además otra serie de toberas 11' que designamos respectivamente como 12' 13', y 14'. Una vez que ha sido depositado el material en el  
5 crisol calentado 15 las capas de cristal resultantes 21, 22 y 23 pasan, por la tracción ejercida por el carrete de arrollamiento 27, a través del orificio 17. De este modo la fibra 24 contiene concéntricamente a cada una de las capas de cristal 21, 22 y 23, constituyendo esta última el núcleo.

10 Como todo el proceso de formación del depósito de cristal se efectúa en el interior de la envolvente 10, pueden ser introducidos hacia la fibra diversos gases elementales para el debido control químico de la misma. Por ejemplo, se puede introducir oxígeno por una tobera 18 dirigiéndole  
15 sobre la superficie de la fibra 24 con el objeto de enfriarla y eliminar de su superficie cualquier partícula de polvo llevada por el aire así como preservarla, mientras permanezca dentro de la envolvente 10, de toda contaminación con el polvo. Igualmente pueden ser introducidos otros elementos químicos, si se considera conveniente como, por ejemplo, un  
20 chorro de gas de flúor que puede ser introducido por una tobera 19 para darle ligazón a la superficie de la fibra e impedir el ataque de la humedad y la formación de radicales de OH. Un extractor 20 elimina de un modo continuo los productos derivados que se originan en el proceso de formación  
25 de los depósitos e impide que durante el proceso de estirado se tengan en cualquier momento unas concentraciones altas de oxígeno o de flúor.

Para tener la seguridad de que la fibra estirada 24  
30 seguirá exenta de polvo y de humedad, su salida de la envol-

5      vente 10 se hace a través de un orificio 38 al que hay acoplado un depósito 25 que contiene un material de plástico 26, donde dicha fibra 24 queda totalmente humedecida y recubierta antes de salir a la atmósfera y de ser arrollada en el carrete 27.

10      Cuando en un aparato como el de la Fig. 1 se fabrican fibras ópticas de núcleo dopado la tercera capa 23 es la que constituye el núcleo dopado de la fibra 24. La segunda capa de recubrimiento de bajo índice de refracción y la primera  
15      capa 21 es la que constituye el recubrimiento de la fibra óptica. Para el formado de fibras ópticas de núcleo dopado constituyen un material adecuado los haloideos correspondientes a los materiales que se deseen utilizar, ya que pueden ser fácilmente trasladados en forma de vapor utilizando  
20      como vehículo un gas portador como puede ser el oxígeno. Cuando se introduce tetracloruro de silicio valiéndose de oxígeno, al ser introducida en el crisol 15 por la tobera 12 la mezcla del tetracloruro de silicio con el oxígeno se produce, bajo la influencia de un fuerte campo de R.F.  
25      debido a la bobina 16, una descarga luminiscente que deposita la primera capa 21, constituida esencialmente de sílice. Cuando con el oxígeno son introducidos en el crisol 15 por la tobera 13 unos vapores de tricloruro de boro y de tetracloruro de silicio se forma, de un modo similar,  
30      la segunda capa 22, constituida esencialmente por cristal de borosilicato. Con la introducción de vapores de germanio y de tetracloruro de silicio con una corriente de oxígeno al interior del crisol 15 por la tobera 14 se forma la tercera capa 23, constituida esencialmente por cristal de silicato de germanio.

La Fig. 3 muestra una sección transversal de la fibra recubierta 7, la cual está constituida por un núcleo 23' formado por la tercera capa 23, una capa intermedia 22' formada por la segunda capa 22 y una capa de recubrimiento 21' formada por la primera capa 21. La capa de plástico blando 26' puede ir a su vez recubierta, si se desea, por una capa de plástico duro 35. El núcleo puede, por supuesto, ser de perfil gradual.

Aunque las técnicas de la descarga luminiscente permiten la formación, en un crisol único, de capas independientes, como ha sido descrito para la realización de la Fig. 1, también se pueden fabricar fibras de componentes múltiples mediante la técnica del crisol múltiple que se describe con referencia a la Fig. 2. Como algunos de los elementos que forman parte del aparato de la Fig. 1 tienen una función similar en el aparato de la Fig. 2, en una y otra figura se les ha puesto el mismo número de referencia. En la realización de la Fig. 2 vemos que la envolvente 10, con su extractor 20 y las toberas 18 y 19, incluye un crisol múltiple 6 que se compone de un primer crisol 29, un segundo crisol 31 y un tercer crisol 33, todos ellos concéntricos. La bobina de R.F. 16 rodea al crisol múltiple 6 para su calentamiento. La descarga luminiscente de R.E. penetra, de un modo similar al descrito para la realización de la Fig. 1, por los sopletes de plasma 2, 2' y 2". Los materiales para la generación de la fibra óptica entran en el crisol 6 por una primera tobera 30, una segunda tobera 32 y una tercera tobera 34, cada una de las cuales comunica, respectivamente, con el primer crisol 29, con el segundo crisol 31 y con el tercer crisol 33. Los materiales que han sido introducidos en cada

uno de estos crisoles dan un vapor 9 que, con la descarga luminiscente de R.F., se depositan sobre las superficies interiores de los correspondientes crisoles de un modo similar a como fue descrito para la descarga luminiscente de R.F. de la realización de la Fig. 1. El calentamiento del crisol múltiple 6 por la bobina de R.F. 16 hace que el material pase por la serie de orificios correspondientes 5, 4 y 3 produciendo una fibra continua 24 constituida por capas concéntricas que corresponden a cada uno de los materiales con que fueron cargados los crisoles 29, 31 y 33. La ventaja que tiene el crisol múltiple 6 de la realización de la Fig. 2 sobre el crisol simple de la realización de la Fig. 1 es que la generación del vapor de material 9 en recintos separados, tal como se hace en la realización de la Fig. 2, da la seguridad de que estos componentes no se mezclan en su estado gaseoso. Ello es de particular importancia en el formado de fibras ópticas de índice gradual, donde cada una de las capas concéntricas de la sección transversal de la fibra han de tener unas variaciones en la concentración del material muy cuidadosamente determinadas. En la realización de la Fig. 2 se tiene montado en línea un extrusor de plástico 26 que contiene un material de plástico duro 35. Esta combinación de la capa exterior de plástico duro 35 con una capa de plástico blando 26, que se muestra en la Fig. 3, mejora mucho la resistencia de la fibra óptica recubierta 7 cuando se la somete a esfuerzos de doblado con pequeño radio.

La combinación de varios materiales componentes de la fibra óptica simultáneamente depositados en un proceso de descarga luminiscente de radio frecuencia da como resultado una fibra óptica fuerte y con una reducida pérdida óp-

tica. Con el método de formación del depósito por vapor químico con una destilación continua de materiales de una gran pureza se evitan las pérdidas debidas a la absorción causada por los hidroxilos e impurezas de iones metálicos a la vez que con el estirado rápido de la fibra se reducen las pérdidas de dispersión de Rayleigh. Con el empleo de la envolvente para aislamiento de la atmósfera exterior junto con la aportación de un chorro continuo de oxígeno a la superficie de la fibra durante el estirado de ésta se tiene la seguridad de que, mientras la fibra está siendo encapsulada en un recubrimiento protector de plástico, no se depositará ninguna partícula de polvo sobre la superficie de dicha fibra.

Con el método de formación del depósito del vapor químico por una descarga luminiscente el cristal se deposita a una velocidad bastante mayor que mediante los métodos usuales de descomposición por el calor, lo cual constituye un factor importante en el proceso de estirado de la fibra del invento. Mediante la excitación por R.F. se hace con toda eficiencia el depósito de los componentes del cristal sobre la superficie del crisol sin necesidad del empleo de electrodos auxiliares. Sin embargo, se puede hacer uso de descargas luminiscentes del tipo de corriente continua para la formación del depósito pero, en ese caso, para la producción del plasma hace falta disponer unos electrodos para establecer el campo eléctrico. Cuando para calentar el crisol se hace uso de un campo de R.F. se emplean antorchas de plasma.

Aunque las fibras que se producen con el método de este invento son de aplicación en el campo de las comunicaciones ópticas no quiere ello decir que sea ésta la única

aplicación de las mismas ya que pueden ser utilizadas en todos los casos en los que puedan requerirse fibras que tengan una gran resistencia a la tracción y buenas propiedades ópticas para la transmisión, debiendo considerarse la utilización en el campo de las comunicaciones ópticas a que aquí se ha hecho referencia únicamente como un ejemplo.

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en USA el día 16 de Diciembre de 1976, señalada con el Nº 751.282 y se acoge, por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

## -----NOTA-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

- 5           1.- Un método mejorado de fabricación continua de fibras ópticas el cual comprende las etapas de: formación de un depósito de cristal por medio de una reacción de vapor químico sobre un crisol, por lo menos, que tiene un orificio formando una fibra, y recubrimiento de la fibra con un revestimiento plástico.  
10
- 2.- El método de la reivindicación 1 con el que el cristal es depositado por medio de una descarga luminiscente.
- 3.- El método de la reivindicación 1 incluyendo la  
15 etapa de aportación continua sobre la superficie de la fibra de un chorro de gas con contenido de oxígeno para evitar que sobre dicha superficie de la fibra se depositen partículas de polvo.
- 4.- El método de la reivindicación 1 incluyendo la  
20 etapa de calentamiento del crisol para fundir el cristal.
- 5.- El método de la reivindicación 1 incluyendo la etapa de aportación sobre la superficie de la fibra de un chorro de gas con contenido de flúor para evitar que sobre dicha superficie de la fibra se forme OH.
- 25           6.- El método de la reivindicación 1 incluyendo la etapa de formación del depósito de cristal en el crisol en una serie de capas independientes de las que cada una de ellas forma una región concéntrica de la sección transversal de la fibra formada.
- 30           7.- El método de la reivindicación 1 incluyendo la

etapa de provisión de un cierto número de dichos crisoles cada uno de los cuales tiene varios orificios concéntricos.

8.- El método de la reivindicación 7 incluyendo la etapa de introducción en cada uno de dichos crisoles de un  
5 número de composiciones de cristal independientes.

9.- El método de la reivindicación 1 con el que dicha reacción de vapor químico comprende la disociación de los haloideos de silicio, boro, fósforo, aluminio y germanio ele-  
10 gidos del grupo constituido por el silicio, boro, fósforo, aluminio y germanio.

10.- El método de la reivindicación 1 incluyendo la etapa de arrollamiento de la fibra en un carrete de almacena-  
miento.

11.- El método de la reivindicación 1 comprendiendo  
15 las etapas de: introducción de los componentes del cristal en un crisol que tiene un orificio; formación del depósito de los componentes del cristal sobre una superficie inte-  
rior del crisol, por medio de una descarga luminiscente, en un número de capas distintas e independientes, y estirado  
20 de la fibra óptica a través del orificio a la vez que los componenetes del cristal siguen siendo depositados en la superficie del crisol.

12.- El método de la reivindicación 11 con el que dicho crisol está compartimentado en varias cámaras y con  
25 el que cada uno de los componentes del cristal es introducido en una de las cámaras separadas del crisol.

13.- El método de la reivindicación 12 incluyendo la etapa de recubrimiento de la fibra óptica con un revesti-  
miento plástico una vez que ha sido estirada a través del  
30 orificio del crisol.

14.- Un método mejorado de fabricación continua de fibras ópticas.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines  
5 especificados.

Esta memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 16 DIC. 1977.



M. G. SANTAMARIA  
VICE-SECRETARIO GENERAL

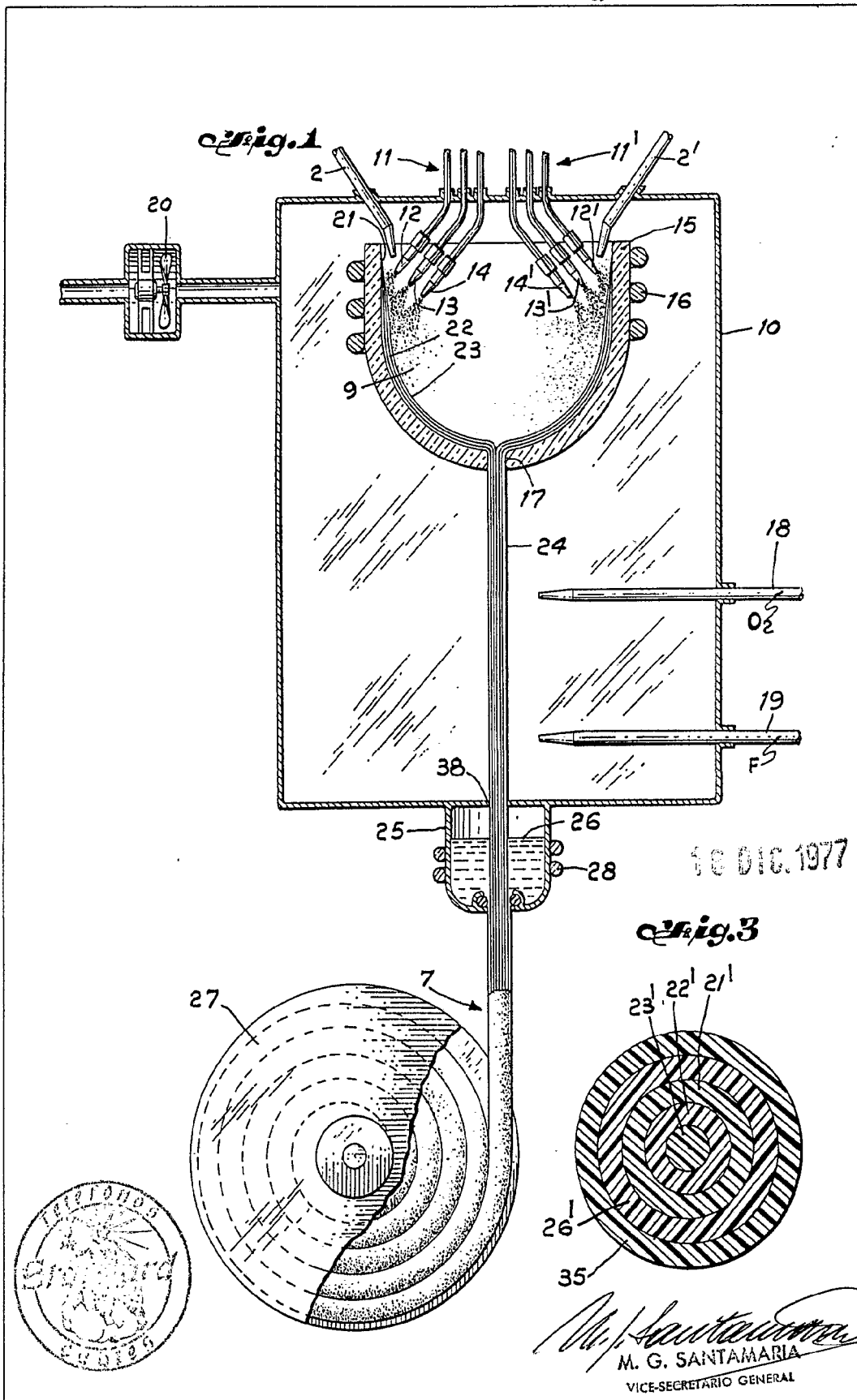
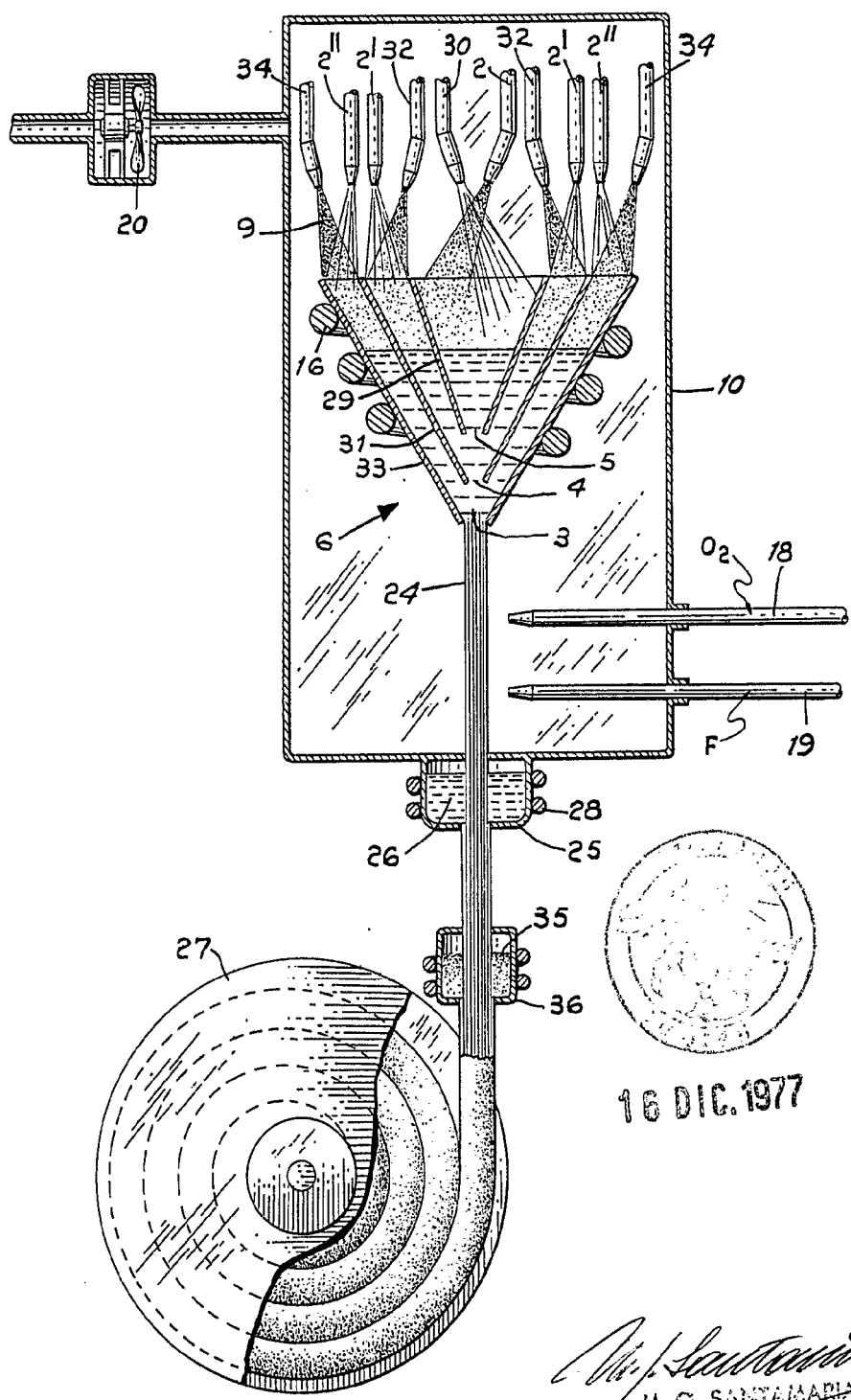


Fig. 2



16 DIC. 1977

*M. G. Santamaria*  
M. G. SANTAMARIA  
VICE-SECRETARIO GENERAL