

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 476 019**

51 Int. Cl.:

C03B 37/03 (2006.01)

C03B 37/027 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2005** **E 05822617 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014** **EP 1963233**

54 Título: **Procedimiento y aparato de producción de fibras ópticas con dispersión en modo de polarización reducida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.07.2014

73 Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
VIALE SARCA 222
20126 MILANO, IT

72 Inventor/es:

PATA, ROBERTO;
ROBA, GIACOMO, STEFANO;
SARCHI, DAVIDE y
TEDESCHI, MARCO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 476 019 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 de producción de fibras ópticas con dispersión en modo de polarización reducida

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato de producción de fibras ópticas.

5 Una luz que se desplaza en una fibra óptica tiene dos modos de polarización. Para las fibras ópticas que son perfectamente simétricas de manera circular, tanto en geometría como en tensión interna y aplicada, el funcionamiento a una longitud de onda o en un intervalo de longitudes de onda que se considera como de un "modo único" en realidad soporta dos modos de polarización ortogonales, en el que los dos modos de polarización se degeneran, propagándose a la misma velocidad de grupo y sin retraso de tiempo después de viajar la misma distancia en la fibra.

10 En la fibra práctica de un solo modo, diversas imperfecciones, tales como la tensión lateral asimétrica y un núcleo no circular típicamente rompen la simetría circular de la fibra ideal. Como resultado, los dos modos de polarización se propagan con diferentes constantes de propagación. La diferencia entre las constantes de propagación se denomina birrefringencia, estando dada la magnitud de la birrefringencia por la diferencia en las constantes de propagación de los dos modos ortogonales.

15 La birrefringencia hace que el estado de polarización de la luz que se propaga en la fibra evolucione periódicamente a lo largo de la longitud de la fibra. Además de causar cambios periódicos en el estado de polarización de la luz que viaja en una fibra, la presencia de birrefringencia significa que los dos modos de polarización viajan a diferentes velocidades de grupo, aumentando la diferencia a medida que aumenta la birrefringencia. El diferencial de retardo de tiempo entre los dos modos de polarización se llama dispersión del modo de polarización (PMD).

20 La PMD provoca una distorsión de la señal, que perjudica a la alta velocidad de bits y a los sistemas de comunicación analógicos.

La PMD se puede reducir hilando la fibra.

25 Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones, por hilado de la fibra nos referimos a la aplicación de una torsión a lo largo del eje de la fibra óptica; más en particular, salvo que se especifique de otra manera, en la presente descripción y en las reivindicaciones por hilado de las fibras nos referimos a una torsión aplicada alternativamente en direcciones opuestas ("hilado alternativo"), es decir, la fibra tiene algunas vueltas en una dirección, seguidas por algunas vueltas en la dirección opuesta. Preferiblemente, cuando se aplica este hilado alternativo, la torsión general en la fibra resultante es generalmente nula, o tiene un valor muy pequeño.

30 Durante el proceso de hilado, una fibra sufre una rotación axial en una dirección desde cero hasta el valor máximo de rotación (vuelta/m), se mantiene en dicho valor de rotación máxima y luego disminuye la rotación a cero y además a un valor de rotación negativo, es decir, rotación en la dirección opuesta.

La función por la cual dicha rotación varía en el tiempo se denomina función de hilado.

35 La función de hilado aplicada y la función de hilado obtenida típicamente difieren, dependiendo de varios factores del proceso y del aparato utilizado, que incluyen, por ejemplo, el tipo de función de hilado aplicada, las características del aparato de hilado, por ejemplo, el posible deslizamiento de la fibra o similar que puede tener lugar, la capacidad de respuesta global de la torre de estirado, etc.

40 El documento US 5.298.047 divulga un procedimiento de fabricación de fibra óptica, típicamente fibra de modo único, que se puede utilizar para producir fibra que tiene una baja PMD. El procedimiento comprende proporcionar una preforma de fibra óptica convencional, calentar al menos una porción de la preforma a una temperatura de estirado convencional, y estirar la fibra óptica a partir de la preforma calentada en una forma tal que se imprime una vuelta sobre la fibra. Una vuelta está "impresa" en la fibra en el presente documento si el material de fibra en la zona caliente se hace que se deforme por torsión, congelándose la deformación en la fibra, de tal manera que la fibra exhibe una "vuelta" permanente, es decir, una deformación de torsión permanente.

45 El documento EP 0 785 913 divulga un procedimiento en el que un par de torsión se aplica a una fibra mediante la extensión de la propia fibra entre un par de ruedas que giran en sentidos opuestos entre sí y se desplaza hacia atrás y hacia adelante en relación entre sí en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección de desplazamiento de la fibra a través las ruedas; las ruedas están dispuestas de tal manera que la fibra se extiende sustancialmente tangencial a la superficie curvada de las propias ruedas y se presiona entre las mismas para obtener la fuerza de fricción necesaria para transmitir el par de torsión y obtener la acción de torsión.

50 Según este documento, la acción de presión ejercida sobre la fibra a hilar debe ser sólo para asegurar que la fibra se enrolla entre las ruedas, sin deslizamiento de la fibra. La presión se controla de modo que se evita un exceso que provoque una tensión mecánica sobre la fibra.

Sin embargo, el solicitante observó que cuando se aplica el hilado a una fibra presionando la misma fibra entre dos rodillos, la presión aplicada es un parámetro crítico, porque una presión excesiva causa daños a la fibra óptica,

mientras que valores de presión más bajos provocan progresivamente el deslizamiento de la fibra, lo que se traduce en un hilado en la fibra significativamente diferente del hilado aplicado, con una mala reproducibilidad en un proceso industrial.

5 En particular, el solicitante se percató de que un proceso de estirado/hilado realizado presionando la fibra óptica entre los rodillos a menudo resultaba en una fibra óptica provista de una función de hilado que no es constante a lo largo de la longitud de la misma y no constante para fibras posteriormente producidas con los mismos parámetros de hilado. Esta técnica se divulga también en los documentos JP-10310456, JP 2000-143277 y JP 2003-137587, que divulgan un aparato de hilado en el que todas las poleas y rodillos están dispuestos con ejes paralelos y que comprenden tres rodillos/poleas alrededor de las cuales se enrolla la fibra mediante un arco, cooperando
10 activamente en provocar el efecto de hilado o giro sobre la fibra.

En la presente invención, el solicitante percibió que un hilado eficaz puede aplicarse de forma reproducible a la fibra, sin presionar la fibra entre dos rodillos, si la fricción requerida para provocar la laminación deseada de la fibra se obtiene mediante la extensión de la superficie de contacto entre la fibra y el rodillo más allá del puntos de contacto obtenido en caso de contacto tangencial de la fibra con los rodillos.

15 En particular, el solicitante ha encontrado que un aparato y un proceso de hilado en el que la fibra a hilar se enrolla mediante un arco dado alrededor de al menos un rodillo de hilado, preferiblemente dos rodillos de hilado, separados una distancia mayor que el diámetro de la fibra óptica proporciona una fibra óptica con un valor de hilado significativamente más constante a lo largo de la fibra óptica que la obtenida con los procedimientos de la técnica anterior, sin causar ningún daño significativo a la fibra óptica.

20 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una fibra óptica que comprende las etapas de

- estirar una fibra a lo largo de una dirección de estirado (Y-Y) a partir de una preforma calentada, mediante la aplicación de una fuerza de tracción a la fibra;
- hilar la fibra, mientras se estira,

25 en el que la etapa de hilado de la fibra comprende las subetapas de

- disponer un primer (3a) y un segundo (3b) rodillos de hilado paralelos en lados opuestos de la fibra,
- estando dichos primer y segundo (3a, 3b) rodillos de hilado paralelos
 - parcialmente superpuestos a lo largo de la dirección de estirado (Y-Y),
 - separados entre sí a lo largo de la dirección de estirado,
- 30 - con ejes longitudinales dispuestos en un plano común (A) formando un ángulo (α_1) respecto a un plano ortogonal a la dirección de estirado; y
- formando un hueco (G) entre las superficies exteriores relativas, mayor que el diámetro exterior de la fibra óptica,
- enrollar la fibra en el primer rodillo de hilado (3a) mediante un primer arco de enrollado, de tal manera que
35 una fuerza de fricción se genera entre la fibra y el primer rodillo de hilado resultante de dicho primer arco de enrollado y de dicha fuerza de tracción;
- enrollar la fibra sobre el segundo rodillo de hilado (3b) mediante un segundo arco de enrollado, de tal manera que una fuerza de fricción se genera entre la fibra y el segundo rodillo de hilado resultante de dicho segundo arco de enrollado y de dicha fuerza de tracción,
- 40 - guiar la fibra en un plano vertical perpendicular a los ejes de los rodillos de hilado, haciendo que la fibra pase entre un par de rodillos de guía (2a, 2b), respectivamente dispuestos aguas arriba del primer rodillo de hilado (3a) y aguas abajo del segundo rodillo de hilado (3b), teniendo dichos rodillos de guía (2a, 2b) el eje de rotación ortogonal al eje de rotación de los rodillos de hilado;
- 45 - desplazar axialmente dicho primer rodillo de hilado y dicho segundo rodillo de hilado entre sí de tal manera que la fibra se hace rodar sobre la primera y segunda superficies de los rodillos de hilado por dicha fuerza de fricción.

Preferiblemente, dicho primer rodillo de hilado y dicho segundo rodillo de hilado se desplazan en direcciones opuestas.

50 En una realización preferida, el procedimiento de la presente invención comprende además la etapa de guiar la fibra en un plano vertical perpendicular al eje del rodillo de hilado, por lo menos antes de la etapa de enrollado de la fibra sobre un rodillo de hilado.

En particular, la etapa de guiado de la fibra en un plano vertical perpendicular al eje del rodillo de hilado incluye hacer que la fibra pase entre un par de rodillos de guía.

55 Más preferiblemente, el procedimiento de la presente invención comprende la etapa de guiar la fibra en un plano vertical perpendicular al eje del rodillo de hilado antes y después de la etapa de enrollado de la fibra en un rodillo de hilado.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un aparato para hilar una fibra óptica estirada en una dirección de estirado, que comprende

- un primer y un segundo rodillos de hilado paralelos que tienen superficies externas sustancialmente cilíndricas, estando dichos rodillos de hilado
- 5 - separados entre sí a lo largo de dicha dirección de estirado,
- formando una separación (G) entre sus superficies externas mayores que el diámetro exterior de la fibra óptica; y
- teniendo un eje longitudinal respectivo dispuesto en un plano común (A) que forma un ángulo (α_1) respecto al plano ortogonal a la dirección de estiramiento;
- 10 - un mecanismo de movimiento alternativo conectado operativamente a dichos rodillos de hilado (3a, 3b) para el desplazamiento axial alternativo de los mismos,
- dos pares de rodillos de guía paralelos (2a, 2b) con ejes dispuestos en planos horizontales y perpendiculares a los ejes de dichos rodillos de hilado (3a, 3b), y situados respectivamente aguas arriba y aguas abajo del par de rodillos de hilado;
- 15 - en el que dichos primer (3a) y segundo (3b) rodillos de hilado están al menos en parte solapados a lo largo de dicha dirección de estirado, para causar una fibra estirada a través de los mismos para formar un primer arco de enrollado sobre la superficie exterior del primer rodillo de hilado y un segundo arco de enrollado sobre la superficie exterior del segundo rodillo de hilado (3b).

Preferiblemente, el ángulo α_1 tiene un valor de 25° a 35°, más preferiblemente de 27 a 31°.

- 20 Preferiblemente, dicho arco de enrollado tiene una extensión del 1,5% al 5% de la circunferencia del rodillo de hilado.

Preferiblemente, la separación entre los rodillos de hilado del aparato de la invención es de 1,5 a 2,5 mm de ancho, más preferiblemente de 1,9 a 2,1 mm de ancho.

- 25 En una realización preferida, el aparato de la presente invención comprende al menos un par de rodillos de guía paralelos con ejes dispuestos en planos horizontales y perpendiculares a los ejes de dichos rodillos de hilado.

Más preferiblemente, el aparato de la presente invención comprende dos pares de rodillos de guía, respectivamente, aguas arriba y aguas abajo de la pareja de rodillos de hilado.

Preferiblemente, la superficie de los rodillos de hilado está recubierta por un recubrimiento potenciador del coeficiente de fricción, por ejemplo, de caucho.

- 30 Preferiblemente, los rodillos de hilado están soportados, por medio de husillos de rotación, a respectivos marcos pivotantes.

Ventajosamente, dichos marcos pivotantes son soportados mediante apoyos, por medio de husillos de pivote pertinentes.

- 35 Ventajosamente, dichos apoyos se fijan en unos patines, cada uno móvil, por ejemplo, a lo largo de un par de pistas. Preferiblemente, dichas pistas son paralelas a los ejes de rotación de los husillos de rotación de los rodillos de hilado.

Los pares de pistas pueden estar fijadas a una base principal.

Ventajosamente, dicha base principal está fijada en una torre de estirado.

- 40 Preferiblemente, dicha base principal tiene una abertura. En una realización más preferida, dicha abertura tiene una forma alargada, por ejemplo rectangular, con un lado mayor paralelo a los ejes de rotación de los husillos de rotación de los rodillos de hilado.

Ventajosamente, dicho lado mayor de la abertura tiene una longitud tal como para permitir que la fibra se mueva sustancialmente libremente mientras los rodillos de hilado se desplazan.

- 45 En una realización preferida, el aparato de la invención comprende un aparato de ajuste de la posición, ajustable para ajustar la distancia de los rodillos de hilado entre sí.

Opcionalmente, uno de los rodillos de hilado está fijado a la base principal.

En una realización preferida del aparato de la invención, los patines que llevan los rodillos de hilado están conectados operativamente al mecanismo de movimiento alternativo.

- 50 Preferiblemente, el mecanismo de movimiento alternativo comprende al menos dos elementos de conexión, cada uno para uno de los patines, que une los patines a un motor para accionar así el patín para moverse de manera

alternativa entre sí.

Más detalles se pueden obtener a partir de la siguiente descripción de un ejemplo no limitativo de realización del objeto de la presente invención proporcionado con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 Figura 1: muestra una vista esquemática de la línea de estirado de la fibra, incluyendo el aparato de hilado que realiza el procedimiento de acuerdo con la presente invención;
- Figura 2: muestra una vista esquemática en perspectiva del aparato de hilado de acuerdo con la presente invención, con una fibra óptica que se extiende a través del mismo;
- Figura 3: muestra una vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de un aparato de hilado de acuerdo con la presente invención;
- 10 Figura 4: muestra una vista en perspectiva, parcialmente en sección transversal del aparato de hilado de la figura 4;
- Figura 5: muestra una vista superior de la hiladora de la figura 4;
- Figura 6: muestra una vista lateral parcialmente en sección transversal de la hiladora de la figura 4;
- 15 Figura 7: muestra la distribución de hilado máxima en la producción tal como se obtiene con un aparato de hilado y el procedimiento de acuerdo con la técnica anterior;
- Figura 8: muestra la distribución de hilado máxima en la producción tal como se obtiene con un aparato de hilado y procedimiento de acuerdo con la presente invención.

20 La figura 1 muestra una vista esquemática de una línea de estirado de fibra. Una fibra se estira a lo largo de una dirección Y-Y, que es generalmente vertical. Una dirección X-X, ortogonal a la dirección de estirado, también se muestra.

Si no se especifica lo contrario, a continuación, la dirección de estirado Y-Y se considerará como vertical.

Una fibra óptica F se estira a partir de una preforma 1, que se calienta hasta un estado fundido o ablandado mediante un horno 1a.

25 Después de haber sido estirada, la fibra se enfría mediante un dispositivo de refrigeración 1c y, a continuación, se recubre mediante un dispositivo de recubrimiento 1b proporcionado a lo largo de la trayectoria típicamente vertical a lo largo de la cual se estira la fibra.

La fibra F recubierta entra posteriormente en la hiladora S.

Después de la hiladora S, se tracciona de la fibra mediante un dispositivo de tracción 1d, tal como un cabrestante, un rodillo de tracción, una correa de tractor o similar, que asegura que la fibra se estira a una velocidad lineal VF.

30 La hiladora S comprende un primer par de rodillos de guía 2a, situados aguas arriba de un aparato de hilado SP y un segundo par de rodillos de guía 2b situados aguas abajo de dicho dispositivo de hilado.

El aparato de hilado SP comprende un par de rodillos de hilado paralelos, 3a, 3b, con respectivos ejes de rotación dispuestos en un plano común A, formando un ángulo α_1 , ver la figura 1, con el plano ortogonal al eje longitudinal a lo largo del cual se estira la fibra óptica.

35 En un ejemplo, el ángulo α_1 se ajusta a un valor de alrededor de 29°. Típicamente, este ángulo está comprendido en el intervalo de 25 a 35°, preferiblemente entre 27 y 31°.

40 En este ejemplo, los rodillos de hilado 3a, 3b tienen un radio de 25 mm y una longitud de 40 mm. Los ejes de los rodillos de hilado 3a, 3b están separados entre sí por 52 mm, dejando de ese modo una separación G de 2 mm de ancho, que significa una separación G aproximadamente 8 veces más grande que el diámetro de la fibra óptica recubierta.

Como la separación G entre los rodillos de hilado 3a, 3b es significativamente más ancha que el diámetro de la fibra recubierta, típicamente de aproximadamente 250 μm , esta última nunca está presionada entre los rodillos, evitando así daños en la fibra y minimizando el desgaste de los rodillos.

Los rodillos de hilado 3a, 3b son libres para girar alrededor de sus ejes, con una fricción mínima.

45 Cuando una fibra se estira a través de dichos rodillos de hilado 3a, 3b, acciona los rodillos de hilado en rotación en direcciones opuestas, que significa que cuando un rodillo de hilado gira en sentido horario el otro gira en sentido antihorario. Los rodillos de hilado 3a, 3b están soportados por respectivos marcos conectados a un mecanismo de movimiento alternativo, mediante el cual son desplazados axialmente hacia atrás y hacia adelante, en oposición de

fase entre sí, como se describe mejor a continuación.

En la realización ejemplar descrita, se aplica una carrera de 10 mm para obtener aproximadamente doce vueltas de fibra antes de la reversión. Convenientemente, el aparato permite que el recorrido se ajuste para diferentes funciones de hilado.

- 5 En funcionamiento, la fibra F estirada contacta con la superficie exterior del rodillo de hilado superior 3a y se enrolla alrededor de dicho rodillo mediante un arco, contacta con la superficie exterior del rodillo de hilado inferior 3b y se enrolla alrededor de dicho rodillo mediante un arco, y luego continúa a lo largo de una línea paralela de estirado y ligeramente desplazada con la anterior. Con la geometría dada, la fibra se enrolla sobre la superficie de cada rodillo de hilado 3a, 3b mediante un arco α_2 de aproximadamente 13° , correspondiente a una longitud circunferencial de aproximadamente 5,7 mm, es decir, aproximadamente el 3,5% de la circunferencia del rodillo.

Debido al enrollado de los rodillos de hilado 3a, 3b, la línea de estirado de la fibra d2 aguas abajo del rodillo de hilado, 3b se desplaza una distancia D de aproximadamente 4,5 mm respecto a la línea de estirado de la fibra d1 aguas arriba del rodillo de hilado 3a.

- 15 Aguas arriba y abajo de los rodillos de hilado 3a, 3b, dos pares de rodillos de guía paralelos 2a, 2b están dispuestos, respectivamente, con sus ejes perpendiculares a los ejes de los rodillos de hilado 3a, 3b y dispuestos en planos perpendiculares a la línea de estirado normalmente horizontal, (como es evidente en la vista en perspectiva de la figura 2).

Los rodillos de cada par de rodillos de guía 2a, 2b están separados entre sí aproximadamente 1 mm y están dispuestos de modo que la fibra pasa entre los mismos, como se muestra en la figura 2.

- 20 Los pares de rodillos guía 2a, 2b giran libremente alrededor de sus ejes y están soportados por marcos pertinentes, (no mostrados), de manera que sus ejes permanecen fijos respecto a toda la torre de estirado.

En la realización descrita, el plano de los ejes del par superior de rodillos de guía 2a está 140 mm sobre el eje del rodillo de hilado superior 3a y el plano de los ejes del par inferior de rodillos de guía 2b está 170 mm por debajo del eje del rodillo de hilado inferior 3b.

- 25 Los pares de rodillos de guía 2a, 2b están alineados de manera que la fibra que pasa a través de la separación de 1 mm entre los mismos está dispuesta sustancialmente en el mismo plano vertical aguas arriba y aguas abajo de los pares de rodillos.

- 30 Los pares de rodillos 2a, 2b tienen la función de detener la desviación causada por el movimiento de los rodillos de hilado 3a, 3b, manteniendo de ese modo la fibra alineada en un plano vertical común aguas arriba y aguas abajo de la hiladora S y evitando la posible propagación de vibraciones a lo largo la fibra.

Por ejemplo, el par de rodillos de guía 2a, 2b están hechos de aluminio; y son cilíndricas, con su superficie lisa.

- 35 Durante el funcionamiento, la fibra se estira entre los rodillos de hilado 3a, 3b y los contacta en secuencia. Cuando los rodillos son desplazados axialmente, la fibra estirada rueda sobre las superficies de los rodillos de hilado 3a, 3b, debido a la fricción causada por la fuerza de tracción de la fibra y la longitud de bobinado de la fibra alrededor de los rodillos.

- 40 El desplazamiento axial de los rodillos de hilado 3a, 3b también provoca un arrastre lateral sobre la fibra, además de su rodadura, y esto se traduce en la desviación de la fibra de la línea de estirado vertical Y-Y, como se muestra en la figura 2. Por ejemplo, en la realización probada, la cantidad de desviación es de 2,5 mm, correspondiente a aproximadamente el 25% de la carrera del rodillo para un proceso de ejemplo a una frecuencia de 3,8 Hz, una velocidad de estirado de 18 m/s, y una tensión de estirado de 100 g.

Una realización preferida del aparato de hilado SP según la presente invención se muestra en las figuras 3 a 6, en las que los dos pares de rodillos de guía paralelos 2a, 2b se omiten por razones de simplicidad.

- 45 Los rodillos de hilado 3a, 3b están soportados, mediante husillos de rotación 4a, 4b, a los respectivos marcos de pivote 5a, 5b que están, a su vez, soportados mediante apoyos 6a, 6b mediante respectivos husillos de pivote 7a, 7b.

A su vez, los apoyos 6a, 6b están fijados sobre patines 8a, 8b, cada uno desplazable a lo largo de un par de pistas 9a, 9b, siendo dichas pistas 9a, 9b paralelas a los ejes de rotación de los husillos de rotación 4a, 4b de los rodillos de hilado 3a, 3b.

Los pares de pistas 9a, 9b están fijadas a una base principal 10.

- 50 La base principal 10, junto con un andamio 100 (figura 5), se utiliza para mantener parte del aparato de hilado que se muestra en las figura 3 a 6 fijado en la torre de estirado.

La base principal 10 tiene una abertura 10a de forma sustancialmente rectangular con el lado mayor paralelo a los ejes de rotación de los husillos de rotación 4a, 4b de los rodillos de hilado 3a, 3b. El lado mayor de la abertura 10a tiene una longitud adecuada para permitir que la fibra se mueva libremente mientras los rodillos de hilado 3a, 3b se desplazan moviéndose a lo largo de los pares de pistas 9a, 9b, como se explica con más detalle a continuación.

5 El aparato comprende un aparato de ajuste de la posición, por ejemplo, como se describe a continuación.

Un vástago en T 11 se proyecta hacia arriba desde el marco 5b. El vástago en T 11 se apoya sobre la parte superior del mismo en el bloque 12 que soporta una pequeña rueda 13 con el eje perpendicular a los husillos de rotación 4a, 4b. La posición de la pequeña rueda 13 respecto al bloque 12 se puede ajustar mediante un tornillo 11a.

10 La pequeña rueda 13 contacta con un marco en forma de U 14 que se proyecta hacia arriba desde la base principal 10.

Al girar el tornillo 11a, la pequeña rueda 13 se mueve, por ejemplo, hacia o desde el bastidor en forma de U 14 y, como consecuencia, el rodillo de hilado 3b se mueve desplazado respecto al rodillo de hilado 3a.

Este movimiento puede ser útil para ajustar la posición relativa de los rodillos de hilado 3a, 3b, y/o para facilitar la inserción de una fibra óptica a través de la abertura 10a antes de comenzar el proceso de estirado/hilado.

15 En la realización representada por las figuras 3 a 6, el marco 5a que lleva el rodillo de hilado 3a se puede fijar; en alternativa, si es necesario, también la posición del marco 5a y del rodillo de hilado 3a puede hacerse ajustable, ya sea de una vez, por ejemplo, en conexión con el aparato de ajuste, o al comienzo del estirado o incluso durante su funcionamiento.

20 En las figuras 3 y 5 se muestra un motor 15. El motor 15 acciona un cigüeñal 16 por medio de un conector 17. El cigüeñal 16 soporta dos varillas 18a, 18b conectadas, respectivamente, a los patines 8a, 8b.

Mientras giran, el cigüeñal 16 y las dos varillas 18a, 18b hacen que los patines 8a, 8b - y todas las piezas apoyadas sobre las mismas - se muevan de una manera alternativa entre sí a lo largo de los respectivos pares de pistas 9a, 9b.

Ejemplo

25 El aparato y el procedimiento de la presente invención se compararon con un aparato que utiliza rodillos haciendo la acción de hilado presionando la fibra óptica entre los mismos. Los procesos de estirado/hilado de diez fibras se llevaron a cabo utilizando el aparato de rodillo de presión, y diez utilizando el aparato de hilado de acuerdo con la presente invención. Cada proceso se llevó a cabo con una preforma produciendo una fibra óptica de 200 km de largo.

30 El valor de hilado aplicado a cada fibra se midió mediante un monitor de hilado de fibra FSM leyendo ese valor de forma continua durante el proceso, situado justo debajo del horno de estirado. Es preciso señalar que, debido a muchos efectos asociados con el estirado de la fibra y al proceso de bobinado, tales como la recuperación elástica de la torsión de la fibra, desviaciones, etc., el valor/hilado detectado puede no ser el de la fibra en el carrete.

35 Los resultados del proceso de estirado/hilado de acuerdo con la técnica anterior y aquellos de acuerdo con la presente invención se muestran en las figuras 7 y 8, respectivamente, que representan.

La carrera de los rodillos de hilado fue de 10 mm y la frecuencia de reversión de los mismos fue de 4 Hz. La velocidad de estirado fue de 18 m/s.

40 Como se muestra en el gráfico de la figura 7, la velocidad de hilado máxima detectada, es decir, la cantidad de hilado que el aparato fue capaz de transferir en la fibra, se distribuye en un amplio intervalo, de manera que aproximadamente el 66% de la longitud de las fibras ópticas obtenidas tenía un valor de hilado en el intervalo de 2,5-4 vueltas/m. Un porcentaje significativo de la longitud de las fibras ópticas hiladas (aproximadamente el 19%) tenía un valor de hilado máximo en el intervalo de 0,5-2,0 vueltas/m, y aproximadamente el 8% tenía un valor de hilado máximo entre 2 y 2,5 vueltas/m. Los porcentajes bajos de los valores de hilado máximos superiores a 4 vueltas/m, también se midieron hasta 6,5 vueltas/m.

45 Como se hará evidente a partir de la figura 8, el proceso de hilado/estirado de acuerdo con la presente invención proporcionó fibras ópticas con una distribución de producción en la que:

- aproximadamente el 36% de la longitud se hiló a 3,0-3,5 vueltas/m;
- aproximadamente el 32% de la longitud se hiló a 2,5-3,0 vueltas/m;
- aproximadamente el 22% de la longitud se hiló a 3,5-4,0 vueltas/m;

50 Por consiguiente, aproximadamente el 90% de la longitud de las fibras ópticas obtenidas según la presente invención tenía un valor de hilado máximo comprendido en el intervalo de 2,5-4 vueltas/m. Los valores de hilado superiores a 4 vueltas/m eran de menos del 8%; no habían valores de hilado inferiores a 2,0 vueltas/m, y mayores

que 5,5 vueltas/m.

Los resultados anteriores confirman que el aparato y el proceso de hilado de acuerdo con la presente invención proporciona fibras ópticas con un valor de hilado significativamente más constante a lo largo de la longitud de la fibra que las fibras producidas con un aparato de hilado con rodillos presionados uno contra el otro.

- 5 La falta de compresión de la fibra permite reducir los riesgos de daños mecánicos o deslizamiento de la fibra durante la etapa de hilado respecto a la técnica anterior y se incrementa la fiabilidad del procedimiento y la capacidad de repetición de los parámetros de hilado de las fibras obtenidas.

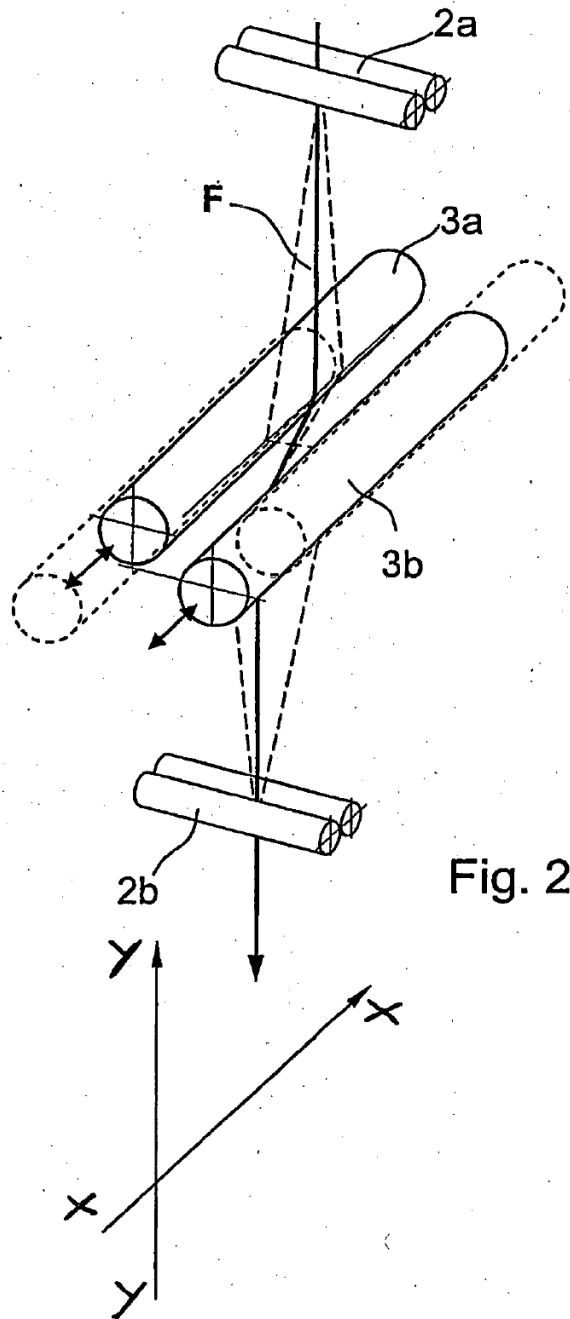
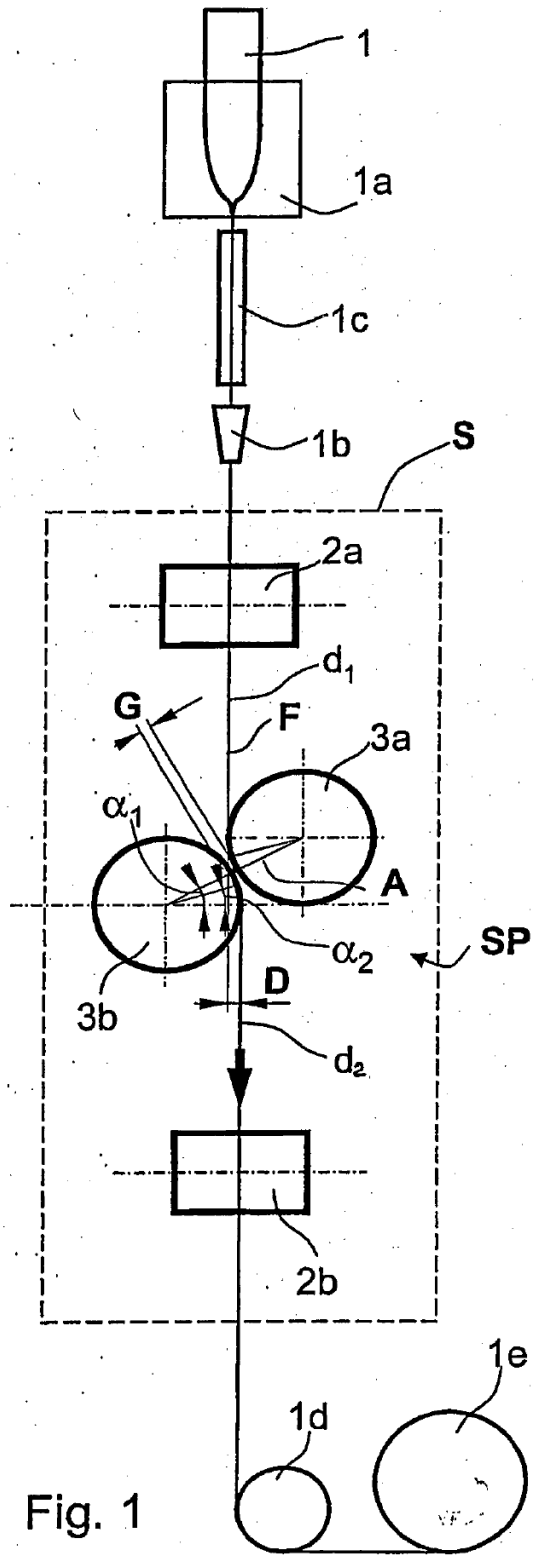
10 Los valores geométricos y los parámetros de proceso dados en los ejemplos anteriores han proporcionado resultados satisfactorios en las condiciones aplicadas; en diferentes condiciones, diferente torre de estirado, etc., estos valores y parámetros se podrían ajustar para optimizar la operación. En particular, la capacidad de la hiladora para proporcionar fricción suficiente para hacer girar la fibra óptica como se requiere se puede ajustar mediante el ajuste del arco mediante el cual la fibra se enrolla alrededor de los rodillos de hilado, sin ninguna necesidad de presionar la fibra entre los rodillos de hilado o modificar otros parámetros de estirado (por ejemplo, la fuerza de tracción) que pueda afectar de otro modo el proceso de estirado y a la fibra resultante.

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una fibra óptica, que comprende las etapas de
- estirar una fibra a lo largo de una dirección de estirado (Y-Y) a partir de una preforma calentada, mediante la aplicación de una fuerza de tracción a la fibra;
 - hilar la fibra mientras se estira,
- 5 en el que la etapa de hilado de la fibra comprende las subetapas de
- colocar un primero (3a) y un segundo (3b) rodillos de hilado paralelos por el lado opuesto de la fibra,
 - estando estos primer y segundo (3a, 3b) rodillos de hilado paralelos
 - parcialmente solapados a lo largo de la dirección de estirado (Y-Y),
 - separados entre sí a lo largo de la dirección de estirado,
 - con los ejes longitudinales dispuestos en un plano común (A) formando un ángulo (α_1) respecto a un plano ortogonal a la dirección de estirado; y
 - formando una separación (G) entre las superficies exteriores relativas, mayor que el diámetro exterior de la fibra óptica,
- 10
- enrollar la fibra en el primer rodillo de hilado (3a) mediante un primer arco de bobinado, de tal manera que se genera una fuerza de fricción entre la fibra y el primer rodillo de hilado resultante de dicho primer arco de bobinado y a partir de dicha fuerza de tracción;
 - enrollar la fibra sobre el segundo rodillo de hilado (3b) mediante un segundo arco de bobinado, de tal manera que se genera una fuerza de fricción entre la fibra y el segundo rodillo de hilado resultante de dicho segundo arco de bobinado y a partir de dicha fuerza de tracción,
 - guiar la fibra en un plano vertical perpendicular a los ejes de los rodillos de hilado, haciendo que la fibra pase entre un par de rodillos de guiado (2a, 2b), respectivamente, dispuestos aguas arriba del primer rodillo de hilado (3a) y aguas abajo del segundo rodillo de hilado (3b), teniendo dichos rodillos de guiado (2a, 2b) un eje de rotación ortogonal al eje de rotación de los rodillos de hilado;
 - desplazar axialmente dicho primer rodillo de hilado y dicho segundo rodillo de hilado entre sí, de tal manera que la fibra se hace rodar sobre la primera y segunda superficies de los rodillos de hilado mediante dicha fuerza de fricción.
- 15
- 20
- 25
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho primer rodillo de hilado y dicho segundo rodillo de hilado se desplazan en direcciones opuestas.
- 30 3. Aparato para hilar una fibra óptica estirada en una dirección de estirado, que comprende
- un primer y un segundo rodillos de hilado paralelos que tienen superficies externas sustancialmente cilíndricas, estando dichos rodillos de hilado
 - separados entre sí a lo largo de dicha dirección de estirado,
 - formando una separación (G) entre sus superficies externas mayores que el diámetro exterior de la fibra óptica; y
 - teniendo los respectivos ejes longitudinales dispuestos en un plano común (A) que forma un ángulo (α_1) respecto al plano ortogonal a la dirección de estirado;
 - un mecanismo de movimiento alternativo conectado operativamente a dichos rodillos de hilado (3a, 3b) para el desplazamiento alternativo axial de los mismos,
 - dos pares de rodillos de guiado (2a, 2b) paralelos con ejes dispuestos en planos horizontales y perpendiculares a los ejes de dichos rodillos de hilado (3a, 3b), y situados respectivamente aguas arriba y aguas abajo del par de rodillos de hilado;
 - en el que dichos primer (3a) y segundo (3b) rodillos de hilado están solapados al menos en parte a lo largo de dicha dirección de estirado, para hacer que una fibra estirada a través del mismo forme un primer arco de bobinado sobre la superficie exterior del primer rodillo de hilado y un segundo arco de bobinado sobre la superficie exterior del segundo rodillo de hilado (3b).
- 35
- 40
- 45
4. Aparato según la reivindicación 3, en el que el ángulo α_1 tiene un valor de 25° a 35°.
5. Aparato según la reivindicación 4, en el que el ángulo α_1 tiene un valor de 27 a 31°.
6. Aparato según la reivindicación 3, en el que dicho arco de bobinado tiene una extensión del 1,5% al 5% de la circunferencia del rodillo de hilado.
- 50 7. Aparato según la reivindicación 3, en el que la separación entre los rodillos de hilado es de 1,5 a 2,5 mm de ancho.

8. Aparato según la reivindicación **7**, en el que la separación entre los rodillos de hilado es 1,9 a 2,1 mm de ancho.
9. Aparato según la reivindicación **3**, en el que la superficie de los rodillos de hilado está recubierta por un recubrimiento potenciador del coeficiente de fricción.
- 5 10. Aparato según la reivindicación **3**, en el que los rodillos de hilado se apoyan, por medio de husillos de rotación, en respectivos marcos pivotantes.
11. Aparato según la reivindicación **10**, en el que dicho marcos pivotantes están soportados por apoyos, por medio de husillos de pivote pertinentes.
12. Aparato según la reivindicación **11**, en el que dichos apoyos se fijan sobre patines.
13. Aparato según la reivindicación **12**, en el que dichos patines son móviles a lo largo de un par de pistas.
- 10 14. Aparato según la reivindicación **13**, en el que dichas pistas son paralelas a los ejes de rotación de los husillos de rotación de los rodillos de hilado.
15. Aparato según la reivindicación **14**, en el que los pares de pistas están fijadas a una base principal.
16. Aparato según la reivindicación **15**, en el que dicha base principal está fijada en una torre de estirado.
17. Aparato según la reivindicación **16**, en el que dicha base principal tiene una abertura.
- 15 18. Aparato según la reivindicación **17**, en el que dicha abertura tiene una forma alargada con un lado mayor paralelo a los ejes de rotación de los husillos de rotación de los rodillos de hilado.
19. Aparato según la reivindicación **18**, en el que dicho lado mayor de la abertura tiene una longitud para permitir que la fibra se mueva sustancialmente de manera libre mientras los rodillos de hilado se desplazan.
20. Aparato según la reivindicación **3**, que comprende un aparato de ajuste de posición.
- 20 21. Aparato según la reivindicación **15**, en el que uno de los rodillos de hilado está fijado a la base principal.
22. Aparato según la reivindicación **12**, en el que los patines están conectados operativamente al mecanismo de movimiento alternativo.
23. Aparato según la reivindicación **3**, en el que el mecanismo de movimiento alternativo comprende al menos dos elementos de conexión, cada uno para uno de los patines, enlazando los patines a un motor.



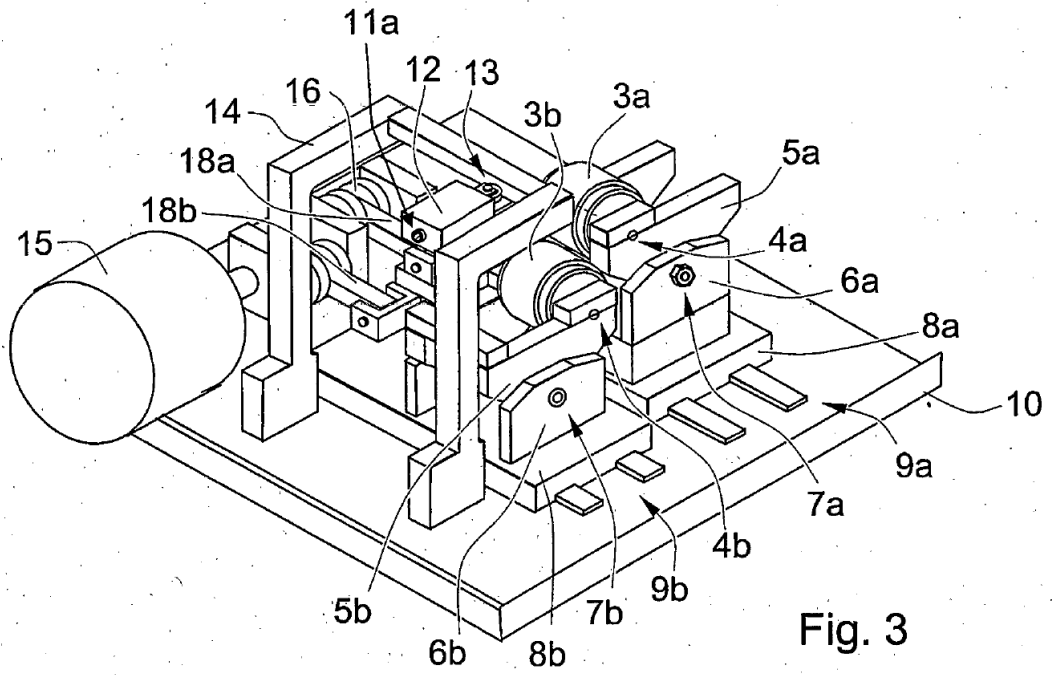


Fig. 3

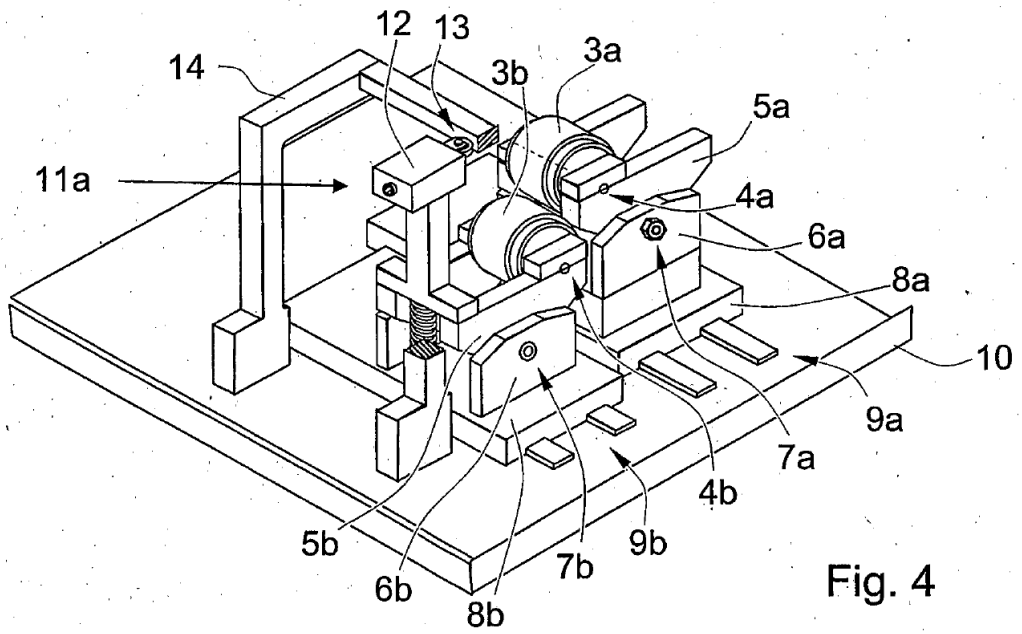
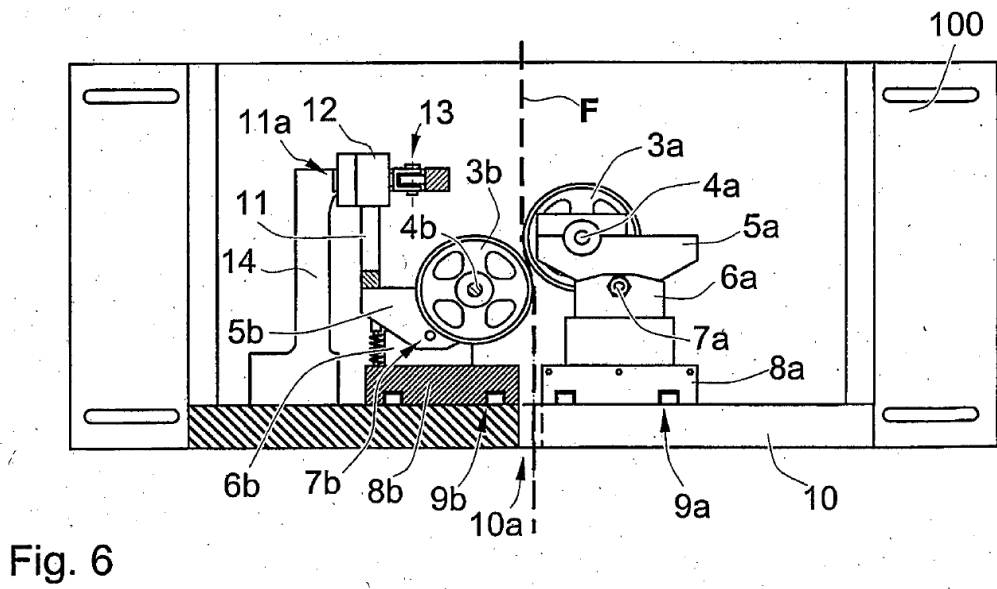
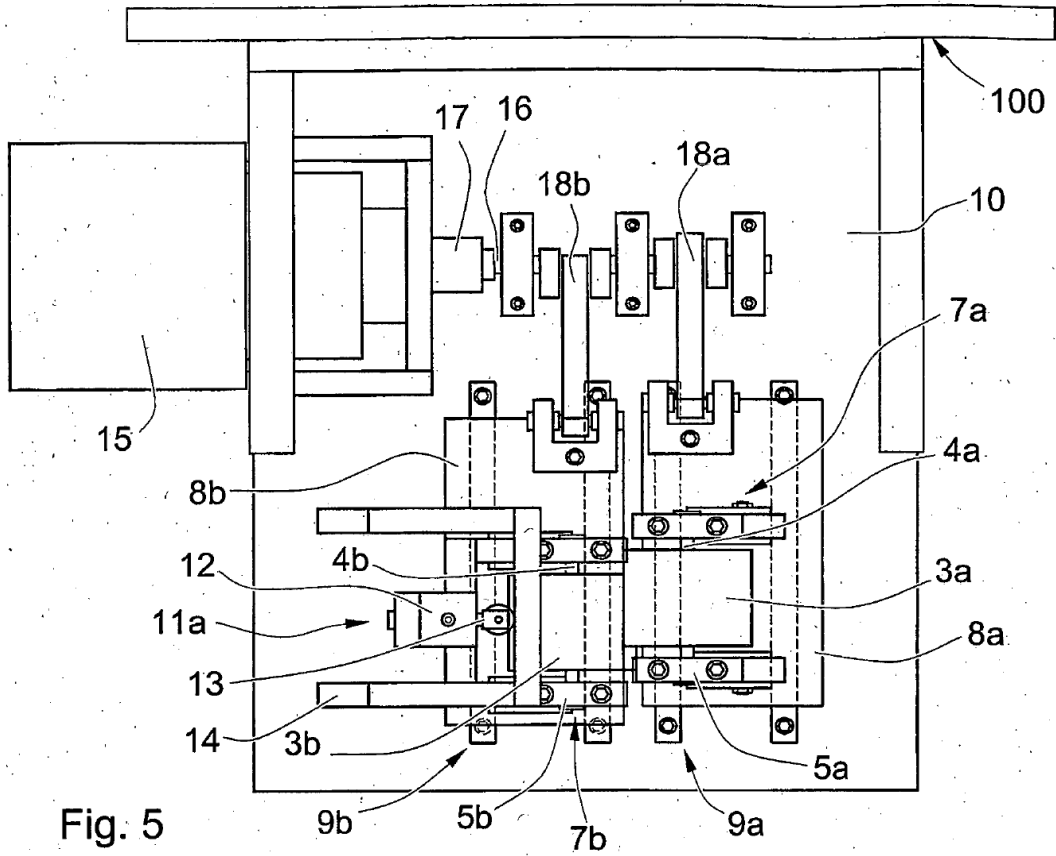


Fig. 4



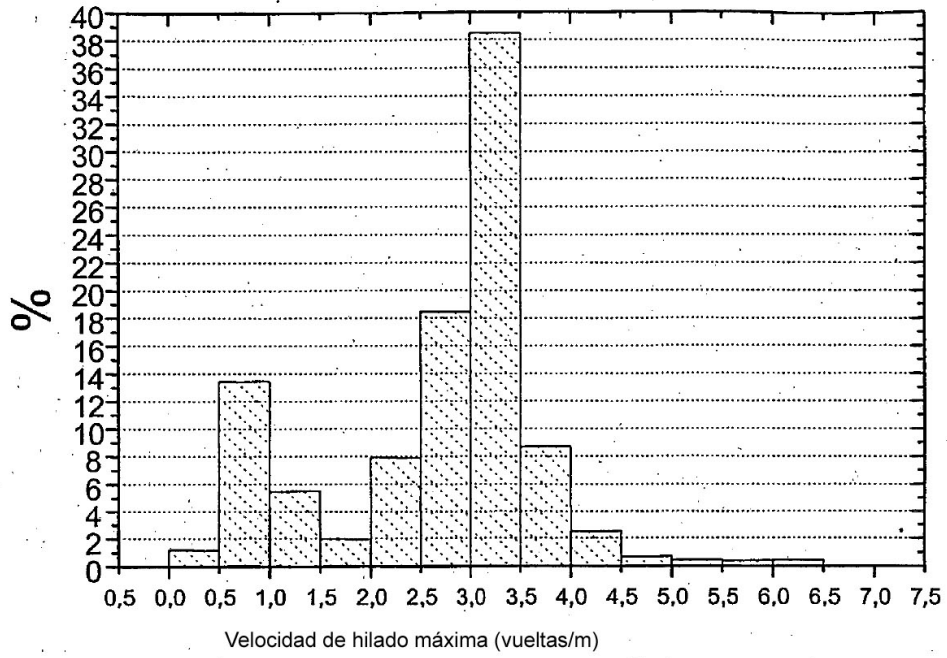


Fig. 7

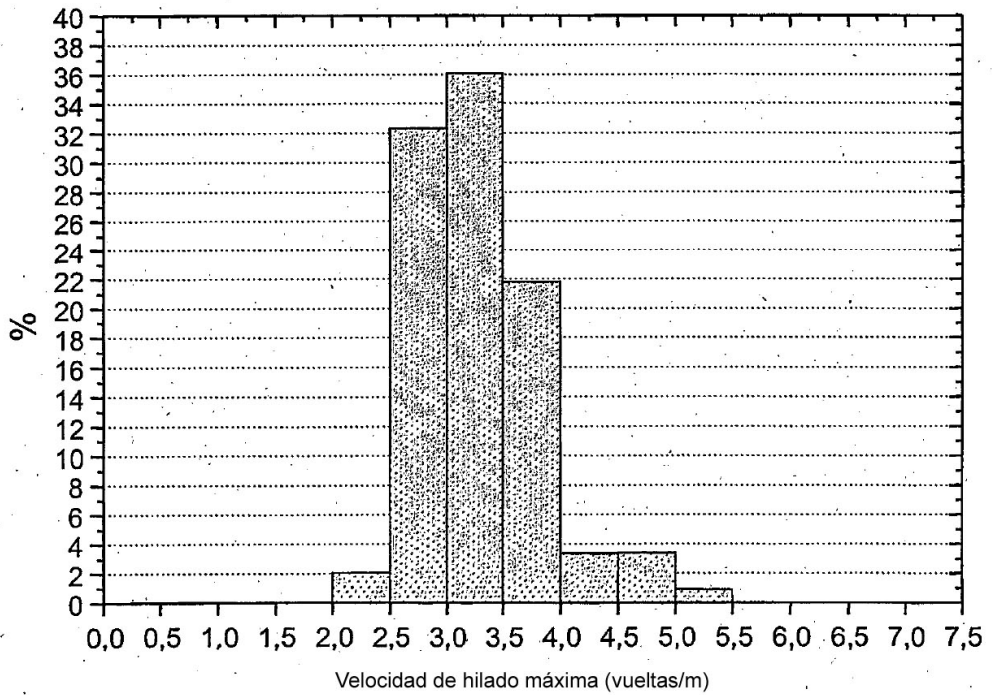


Fig. 8