



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 610**

51 Int. Cl.:
D07B 7/02 (2006.01)
G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02013890 .5**
86 Fecha de presentación : **24.06.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1270802**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2003**

54 Título: **Procedimientos de medida para determinar la longitud de los filamentos torneados de tubos de protección en un cable de fibra óptica durante la fabricación.**

30 Prioridad: **27.06.2001 US 891364**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Prysmian Communications Cables and Systems USA, L.L.C.**
700 Industrial Drive
Lexington, South Carolina 29073, US

72 Inventor/es: **Petryszak, Mike**

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 272 610 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

Procedimientos de medida para determinar la longitud de los filamentos torneados de tubos de protección en un cable de fibra óptica durante la fabricación.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a cables de fibra óptica que tienen tubos de tampón dispuestos en filamentos S-Z, y en particular a un procedimiento de determinación de la longitud de disposición de estos filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación.

En los cables de telecomunicaciones, a menudo se usan como medio para transmitir señales ópticas fibras ópticas o cintas de fibra óptica. Estos cables a menudo tienen un elemento de refuerzo central, tal como una varilla de acero o alambres de acero trenzados, que se extiende longitudinalmente a lo largo del eje central del cable. Tal como se muestra en la figura 1 (de la patente US 5.229.851), el elemento de refuerzo central 2 está diseñado para soportar y resistir cualquier fuerza de tracción o compresión aplicada axialmente al cable 1. El elemento de refuerzo central 2 está a menudo rodeado por una cubierta 3, que puede como material de acolchado. Una pluralidad de tubos de tampón de plástico 4-8 rodean la cubierta 3 y protegen alojando de manera suelta las fibras o cintas ópticas en su interior. Una hebra o hebras de unión 17 y 18 están a menudo aplicadas de manera helicoidalmente opuesta alrededor de los tubos de tampón 4-8 para sujetarlos en posición. Se puede aplicar una cinta que se puede hinchar con agua (no representada) sobre los tubos de tampón para bloquear la entrada de agua al interior del cable. Una camisa de plástico conjunta 20 cubre a continuación los contenidos del cable de fibra óptica 1. Si la instalación deseada para el cable 1 requiere una resistencia mecánica extra, el cable puede incluir elementos de refuerzo adicionales en forma de hilos de blindaje o refuerzo 19 colocados entre la cinta hinchable con agua y la camisa.

Tal como se muestra en la figura 1, los tubos de tampón 4-8 están generalmente envueltos alrededor de un elemento de refuerzo central 2 en una hélice inversa o forma "S-Z". Las posiciones en las que los tubos enroscados en dirección inversa (por ejemplo de una "S" a una "Z") se indican como los puntos de inversión. Los filamentos S-Z de los tubos de tampón en general, y los puntos de inversión en particular, son ventajosos para acceder al espacio medio. Es decir, debido a los filamentos S-Z, una o más fibras ópticas en el interior del cable puede estar "empalmados" en los puntos de inversión sin tener que cortar el cable o realizar una reconfiguración importante. Los filamentos S-Z proporcionan un exceso de longitud del tubo suficiente para hacer que el empalme fácil abriendo el lado del cable en un punto a lo largo de su longitud sin perder la tensión deseada en las unidades de cinta o fibras ópticas en el tubo que está abierto. Así, se pueden realizar empalmes en un cable trenzado S-Z sin interrumpir otros tubos o unidades de cinta.

Para asegurarse de que las fibras ópticas en el interior de los tubos de tampón no está sometidas a tensiones de torsión, que pueden provocar una atenuación no deseada, se ha de monitorizar un parámetro de los tubos de tampón trenzados S-Z llamado "longitud de disposición". La tensión de torsión es un mecanismo de pérdida en las fibras ópticas que puede producirse si el cable está sometido a fuerzas de tracción, a partir de la instalación o la temperatura, o fuerzas de compresión. La tensión de torsión puede provocar pérdida de señal en las fibras ópticas. El filamento S-Z de los tubos de tampón en un cable de fibra óptica puede tomar varias formas. Cada vuelta "S" puede estar seguida inmediatamente por una inversión a una dirección de filamento "Z". Alternativamente, puede haber varias vueltas helicoidales entre inversiones. En general, entonces, la longitud de disposición promedio se define mediante la distancia entre los puntos de inversión dividida por el número de vueltas entre las inversiones.

La longitud de disposición real de cada tubo trenzado S-Z variará de la longitud de disposición promedio un poco debido al torcido adicional y a las condiciones de procesamiento. Es decir, la longitud de disposición de cualquier tubo dado, puede ser mayor o menor que la longitud de disposición promedio, como un tubo dado puede hacer más que un número conjunto de vueltas entre inversiones. Por ejemplo, en un cable con 6 tubos de tampón con colores diferentes, siendo uno rojo, y todos trenzados S-Z alrededor de un elemento central, el tubo rojo puede estar en la parte superior o en la posición de las 12 en punto sobre el cable en el primer punto de inversión. Pero en el siguiente punto de inversión, el tubo rojo puede estar en la posición de las 6 en punto sobre el cable, 3 tubos retirados de la posición de las 12 en punto. Así, el tubo rojo ha ido una media vuelta más entre las inversiones. Esta media vuelta ha de estar incluida en el cálculo de la longitud de disposición para una máxima precisión. Así, la longitud de disposición real de un tubo de tampón trenzado S-Z está comprendida de varios componentes y se puede calcular en una aproximación cercana mediante:

$$\text{Longitud de Disposición} = D/N,$$

donde

$$N = N' + n/T$$

donde D es la distancia axial entre los puntos de inversión, N es el número de vueltas entre las inversiones, y N' es el número de vueltas total entre los puntos de inversión; n es el número de tubos que un tubo dado está desplazado de

ES 2 272 610 T3

su posición angular sobre el punto de inversión previo, contado en la dirección de rotación; y T es el número total de tubos de tampón.

5 Para protegerse contra la tensión de torsión sobre las fibras ópticas, la longitud de disposición de los tubos de
tampón trenzados S-Z se comprueba sobre el cable acabado para verificar que la longitud de disposición está dentro
de especificaciones aceptables. La única manera de comprobar la longitud de disposición sobre los cables acabados es
rasgar la camisa y las otras capas en el cable sobre los tubos de tampón. No es suficiente hacer esto en los extremos
del cable, ya que el inicio y el final del procedimiento de trenzado puede haberse hecho en condiciones que varían
10 del resto del cable. En su lugar, la longitud de disposición se ha medido manualmente durante el procedimiento de
fabricación después del trenzado. El operador de línea realizará la medición de la longitud al andar a lo largo del cable
en progreso, lo cual era bastante fácil de realizar de manera precisa porque las velocidades de la línea eran bajas.
Más recientemente, sin embargo, las velocidades de las líneas se han aumentado dramáticamente, haciendo este tipo
de medición manual imprecisa. Una alternativa es detener la línea periódicamente para realizar las mediciones. Sin
embargo, es impracticable e ineficiente.

15 Muchos procedimientos de determinación de la longitud de disposición de los cables de fibra óptica trenzados S-Z
requieren la detección de puntos de inversión de la disposición de los tubos de tampón trenzados S-Z. Una aproxima-
ción al problema de la detección inversa de la disposición se describe en la patente US 5.809.194. En esta patente, se
describe un procedimiento para hacer una camisa externa de un cable de disposición oscilante (que incluye un trenzado
20 S-Z) para indicar las posiciones de los puntos de inversión de la disposición bajo la camisa. Este procedimiento in-
cluye la etapa de proporcionar marcas detectables sobre un núcleo de cable sin camisa en posiciones predeterminadas
respecto a los puntos de inversión de la disposición. El procedimiento también incluye la etapa de detectar las marcas
detectables con un sensor (tal como un escáner luminiscente) antes de extrudir una camisa externa sobre el núcleo
del cable. A continuación, el procedimiento incluye la predicción de las marcas detectadas sobre el núcleo del cable
25 después que se haya extrusionado y proporcionado las marcas sobre la camisa del cable en posiciones predeterminadas
respecto a la posición predicha de las marcas detectadas.

Otra aproximación del problema de detección inversa de la disposición se describe en la patente US 5.745.628.
En esta patente, similar a la patente '194, se describe un procedimiento y un aparato para marcar una camisa externa
30 de un cable trenzado S-Z para indicar los puntos de inversión de la disposición bajo la camisa. Este procedimiento
comprende pasar una porción de un núcleo del cable en un campo de visión de unos medios de adquisición de imágenes
para adquirir una imagen de esa porción del núcleo del cable. Estos medios de adquisición de imágenes incluyen una
cámara conectada a un sistema de inspección de visión/adquisición de imágenes. La cantidad de conductores que se
pueden distinguir visualmente en la imagen adquirida se compara con un valor de referencia. Si se supera el valor de
35 referencia, se indica un punto de inversión de la disposición. Una vez se indica un punto de inversión de la disposición,
su posición se rastrea a través de una etapa de colocación de la camisa externa. Se aplica una marca para indicar la
posición de un punto de inversión de la disposición en la camisa externa según la posición rastreada del punto de
inversión de la disposición.

40 Otra aproximación al problema de la detección inversa de la disposición se describe en la patente US 5.729.966.
En esta patente, similar a las patentes '194 y '628, se describe un procedimiento para marcar secciones de un cable de
fibra óptica, de manera que los puntos de inversión de la disposición se pueden indicar sobre una superficie exterior
del cable de fibra óptica. El procedimiento incluye las etapas de: 1) determinar un valor de longitud actual del cable;
2) medir un valor de distancia desplazada, siendo la distancia desplazada una medida de longitud entre un punto de
45 inversión de la disposición del cable y un dispositivo de marcado; 3) introducir el valor de la distancia desplazada en
una memoria; 4) como se ha realizado un punto de inversión de la disposición, añadir el valor de la longitud actual a
la distancia desplazada para definir un valor de suma; 5) comparar el valor de suma al valor de la longitud del cable
actual; y 6) cuando el valor de suma es igual al valor de la longitud del cable actual, activar el dispositivo de marcado,
con lo cual el dispositivo de marcado marca la sección del cable.

50 Ninguna de estas patentes, ni cualquier combinación razonable de las mismas, enseña, sugiere, o describe un
sistema o procedimiento para determinar la longitud de disposición de tubos de tampón trenzados S-Z durante el
procedimiento de fabricación de un cable de fibra óptica. Aunque la patente '194 describe la utilización de un sensor
para detectar una marca situada sobre un punto de inversión de la disposición, y la patente '628 describe la utilización
55 de una cámara y un sistema de inspección visual/adquisición de imágenes para detectar un punto de inversión de
la disposición no marcado, ninguna de las mismas describe la utilización del punto de inversión de la disposición
detectado para determinar la longitud de disposición de filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación. Otro
procedimiento para medir la longitud de disposición en cables se describe en la solicitud de patente alemana DE-A-
197 42 177 y comprende las etapas de tomar fotografías con una cámara semiconductora de cables en movimiento que
60 comprende una pluralidad de conductores trenzados juntos, con lo cual por lo menos un conductor está codificado con
un color, y elaborarlos en línea en una unidad de elaboración de fotografías, de manera que la longitud de disposición y,
si están presentes, los puntos inversos, se pueden determinar. Otro procedimiento para medir la longitud de disposición
en cables se describe en la solicitud de patente alemana DE-A-198 11 573 y comprende las etapas de mover un cable
en la dirección de su eje longitudinal junto con una pluralidad de conductores trenzados juntos, medir el perfil de
65 superficie del cable, y determinar la longitud de disposición a partir del perfil de superficie del cable.

Los solicitantes han descubierto que las técnicas convencionales no prevén un procedimiento o sistema para medir
de manera precisa la longitud de disposición de tubos de tampón trenzados S-Z durante el procedimiento de fabrica-

ción sin ralentizar el procedimiento de fabricación y esas técnicas convencionales no automatizan el procedimiento o sistema de manera que los datos de medición se guardan para una referencia futura.

Descripción de la invención

Según la presente invención, se prevé un procedimiento para determinar la longitud de disposición de filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación que evita los problemas asociados con los procedimientos y sistemas de la técnica anterior para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación.

Un procedimiento para medir la longitud de disposición de tubos de tampón trenzados S-Z en un núcleo de cable de fibra óptica mientras avanza el núcleo durante la fabricación consistente con la invención se define en la reivindicación 1 adjunta e incluye capturar una imagen de los tubos de tampón trenzados S-Z que contienen por lo menos dos puntos de inversión en el núcleo que avanza. La captura de una imagen se puede realizar disparando una cámara para tomar por lo menos una imagen del núcleo que avanza. Además, la captura de la imagen se puede realizar capturando una pluralidad de imágenes preliminares y uniendo la pluralidad de imágenes preliminares juntas. Una vez se ha capturado la imagen, el procedimiento continúa descargando la imagen capturada a un dispositivo de almacenamiento y midiendo la longitud de disposición de los tubos de tampón trenzados S-Z a través del dispositivo de almacenamiento. El procedimiento puede incluir el almacenamiento de la imagen capturada y el cálculo de la longitud de disposición en el dispositivo de almacenamiento o el montaje de la imagen en un mapa de bits en los medios de visualización.

Preferiblemente, el cálculo de la longitud de disposición puede comprender cursores de posicionamiento en los puntos de inversión sobre la imagen visualizada y determinar la distancia entre los cursores para determinar la distancia entre los puntos de inversión. Además, el cálculo de la longitud de disposición puede incluir contar el número de vueltas completas entre los dos puntos de inversión sobre la imagen visualizada; determinar el número de vueltas fraccionales entre los dos puntos de inversión sobre la imagen visualizada; y calcular la longitud de disposición. Al calcular la longitud de disposición se puede usar la siguiente relación.

$$\text{Longitud de Disposición} = D/(N' + n/T)$$

En la relación anterior, D es la distancia entre los puntos de inversión, N' es el número de vueltas completas entre los puntos de inversión, y n/T es el número fraccional de vueltas entre los puntos de inversión.

Un sistema de medición de la longitud de disposición de los tubos de tapón trenzados S-Z sobre un núcleo de cable de fibra óptica mientras avanza el núcleo durante la fabricación adaptado para realizar el procedimiento de la invención incluye una cámara configurada para capturar una imagen de los tubos de tampón trenzados S-Z que tienen por lo menos dos puntos de inversión en el núcleo que avanza. La imagen puede comprender una pluralidad de imágenes preliminares unidas juntas. El sistema también incluye un ordenador configurado para recibir la imagen capturada y determinar la longitud de disposición de los tubos de tampón trenzados S-Z capturados en la imagen. Preferiblemente, el ordenador está configurado para almacenar la imagen y la longitud de disposición, y también puede estar configurado para visualizar la imagen. El ordenador puede mostrar la imagen convirtiendo la imagen en un formato que se puede visualizar y colocando la imagen en una pantalla. El formato que se puede visualizar se puede seleccionar entre el grupo que comprende el formato de "tagged image file" (tif), formato de "graphics interchange format" (gif), el formato de "joint photographic experts group" (jpeg), y formato "bit map" (bmp).

Preferiblemente, el ordenador también está configurado para determinar la longitud de disposición de los tubos de tampón trenzados S-Z mediante el cálculo de la longitud de disposición usando la siguiente relación.

$$\text{Longitud de Disposición} = D/(N' + n/T)$$

En la relación anterior, D es la distancia entre los puntos de inversión, N' es el número de vueltas completas entre los puntos de inversión, y n/T es el número fraccional de vueltas entre los puntos de inversión. N' se puede recibir a través de la introducción del usuario en el ordenador y D se puede recibir a través de la introducción del usuario en el ordenador mediante los cursores de posicionamiento del usuario en los puntos de inversión de la imagen visualizada por el ordenador. El ordenador puede determinar la distancia D basada en las posiciones de los cursores detectando los dos puntos de inversión de la imagen y determinando la distancia D basada en la distancia entre los puntos de inversión detectados.

Debe entenderse que la descripción general anterior y la siguiente descripción detallada son solamente de ejemplo y explicativas y están pensadas para proporcionar una explicación adicional de la invención tal como se reivindica. La siguiente descripción, así como la práctica de la invención, indica y sugiere ventajas y propósitos adicionales de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de la presente memoria, representan varias realizaciones de la invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 es una vista esquemática de un cable de fibra óptica de ejemplo según la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional de un sistema para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación consistente con la presente invención;

La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación consiste con la presente invención;

La figura 4 es un diagrama de flujo de una subrutina, usada en el procedimiento de la figura 3, para capturar y descargar a la estación de trabajo del ordenador los datos de las imágenes del tubo de tampón trenzado S-Z del núcleo del cable que avanza;

La figura 5 es un diagrama de flujo de una subrutina, usada en el procedimiento de la figura 3, para visualizar los datos de las imágenes;

La figura 6 es un diagrama de flujo de una subrutina, usada en el procedimiento de la figura 3, para calcular la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z; y

La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación consistente con una realización alternativa de la presente invención, en la que se utiliza un módulo de software de reconocimiento de imágenes.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Se hace ahora referencia a varias realizaciones según la presente invención, cuyos ejemplos se muestran en los dibujos adjuntos y serán obvios a partir de la descripción de la invención. En los dibujos, las mismas referencias numéricas representan los mismos elementos o similares en los diferentes dibujos, siempre que sea posible.

En general, la invención es un procedimiento de monitorización de la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación. Más particularmente, la presente invención prevé determinar la longitud de disposición de estos filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación sin ralentizar el procedimiento de fabricación.

La figura 2 muestra un sistema para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación según una realización preferida de la presente invención. Se muestra en general una cámara 205 que captura imágenes de un tubo de tampón 105 que está trenzado alrededor de un único núcleo del cable 110, tal como un elemento de refuerzo central. Estas imágenes se capturan mientras el cable de fibra óptica 100 se mueve en una línea de fabricación paralela a la lente de la cámara 205. El cable de fibra óptica 100 no se ha de ralentizar en el procedimiento de fabricación para poner en práctica la invención, sino que la línea de fabricación se puede desplazar a una velocidad de línea normal. Tal como entenderá un experto en la materia, una “velocidad de línea normal” depende de una variedad de factores, incluyendo el tipo de cable que se fabrica para un cable dado, sin embargo, una velocidad de línea normal implica la velocidad típica o promedio del cable a lo largo de un periodo de fabricación. Estas velocidades de línea son conocidas por los expertos en la materia.

Específicamente, las imágenes son capturadas cuando el cable de fibra óptica 100 está en el estado de fabricación después de que el tubo de tampón se haya trenzado S-Z. Además, es ventajoso si las imágenes se capturan después de que se hayan envuelto hilos de unión alrededor del tubo de tampón trenzado para sujetar el tubo de tampón en posición, pero antes de que se haya aplicado una cinta que puede absorber agua sobre el tubo de tampón trenzado S-Z 105. Aunque la figura 2 muestra solamente un tubo de tampón trenzado S-Z alrededor del núcleo del cable 110, los expertos en la materia apreciarán que una pluralidad de tubos de tampón se pueden trenzar alrededor de un único núcleo de cable 110, tal como en la forma mostrada en la figura 1. Los tubos de tampón son de colores diferentes (completamente coloreados o con tiras) para permitir su identificación por parte del usuario o por un módulo de software de reconocimiento de imágenes, tal como se describe a continuación. La presente invención se puede practicar cuando solamente un tubo de tampón trenzado S-Z está trenzado alrededor del núcleo del cable 110 o cuando una pluralidad de tubos de tampón están trenzados alrededor del núcleo del cable 110.

Las imágenes capturadas por la cámara 205 se envían a una estación de trabajo de un ordenador 210. La estación de trabajo del ordenador 210 prevé la visualización de las imágenes tomadas con la cámara 205 en una pantalla 215, que puede comprender un monitor. Además, la estación de trabajo del ordenador 210 prevé la ejecución de módulos de programación que aceptan las entradas del usuario y calculan la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105 durante el procedimiento de fabricación sin ralentizar el procedimiento de fabricación. Se pueden utilizar dispositivos de entrada tales como un ratón 220 y un teclado 225 para obtener entradas del usuario junto con el funcionamiento de la estación de trabajo del ordenador 210.

ES 2 272 610 T3

Sistemas y procedimientos preferidos de la presente invención usan un ordenador personal u otros equipos basados en microordenadores similares en la implementación de la estación de trabajo del ordenador 210. Sin embargo, los expertos en la materia apreciarán que la estación de trabajo del ordenador 210 puede comprender cualquier tipo de ordenador, tal como dispositivos portátiles, sistemas de multiprocesador, dispositivos electrónicos basados en microprocesadores o programables por el usuario, miniordenadores, ordenadores centrales, y similares. La estación de trabajo del ordenador 210 también se puede practicar en ambientes informáticos distribuidos donde las tareas se realizan mediante dispositivo de procesamiento remotos.

La figura 3 es un diagrama de flujo que indica las etapas generales implicadas en un procedimiento de ejemplo 300 para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación. La implementación de las etapas del procedimiento 300 según una realización de ejemplo de la presente invención se describirá en mayor detalle en las figuras 4 a 6.

El procedimiento 300 de ejemplo empieza en el bloque inicial 305 y avanza con la subrutina 310, donde los datos de las imágenes del tubo de tapón trenzado S-Z 105 del cable de fibra óptica que avanza 100 se capturan y se descargan a la estación de trabajo del ordenador 210. Las etapas que comprende la subrutina 310 se muestran en la figura 4 y se describirán en mayor detalle más adelante. A continuación, el procedimiento sigue con la subrutina 320, donde se visualizan los datos de las imágenes. Las etapas de la subrutina 320 se muestran en la figura 5 y se describirán con mayor detalle a continuación. El procedimiento continúa a la subrutina 330, donde se calcula la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105. Las etapas de la subrutina 330 se muestran en la figura 6 y se describirán en mayor detalle a continuación. A partir de la subrutina 330, el procedimiento de ejemplo 300 acaba en la etapa 340.

La figura 4 describe la subrutina de ejemplo 310 desde la figura 3, en la que los datos de las imágenes del tubo de tampón trenzado S-Z 105 del cable de fibra óptica que avanza 100 se capturan y se descargan a la estación de trabajo del ordenador 210. La subrutina de ejemplo 310 empieza en el bloque inicial 405 y avanza a la etapa 410, donde la cámara 205 se coloca a una distancia X del cable de fibra óptica 100. En la práctica, se ha encontrado que es óptima una distancia de unos 7 pies (es decir, aproximadamente 2,1 m) para la distancia X, pero los expertos en la materia apreciarán que la distancia X variará en función de las condiciones físicas presentes y en función del tipo de cámara 205 usada. Tal como se ha mencionado, el núcleo del cable 110 está en el estado de fabricación después de que el tubo de tampón se haya trenzado S-Z, y después de que los hilos de unión para sujetar el tubo de tampón en posición se hayan envuelto en sentido helicoidalmente inverso sobre el tubo de tampón trenzado, pero antes se ha aplicado una cinta que puede absorber agua sobre el tubo de tampón trenzado S-Z 105.

Una vez se ha colocado la cámara 205 en la etapa 410, la subrutina 310 de ejemplo avanza a la etapa 420, donde la cámara 205 se usa para captura los datos de la imagen. La cámara 205 puede comprender una cámara digital que registra las imágenes en un archivo digital. A diferencia de las cámaras analógicas tradicionales que registran intensidades de luz infinitamente variables, las cámaras digitales registrar números discretos para su almacenamiento en una tarjeta de memoria flash, disquete o disco duro. Como con todos los dispositivos digitales, hay una resolución fija máxima y un número de colores que se pueden representar.

La cámara 205 es disparada por el usuario para capturar los datos de la imagen. Este disparo puede facilitarse mediante un módulo de programación en la estación de trabajo del ordenador 210. Específicamente, el usuario introduce instrucciones en la estación de trabajo del ordenador 210, que a su vez provoca que la cámara 205 capture los datos de la imagen. Los expertos en la materia apreciarán que el disparo de la cámara 205 y así la captura de los datos de la imagen se puede realizar mediante otros procedimientos que incluyen la detección automática de oscilaciones de inversión de los trenzados, teniendo en consideración un ajuste de distancia o tiempo. Las imágenes se pueden transferir a la estación de trabajo del ordenador 210 con un cable en serie, cable USB o una técnica similar, o a través del propio medio de almacenamiento si la estación de trabajo del ordenador 210 tiene un lector complementario. Las cámaras digitales registran imágenes en color como intensidades de rojo, verde y azul, que se guardan como cargas variables en una matriz CCD. El tamaño de la matriz determina la resolución, pero un conversor analógico a digital (ADC), que convierte las cargas en datos digitales, determina la profundidad del color.

Después de que la cámara 205 se usa para capturar los datos de la imagen en la etapa 420, la subrutina de ejemplo 310 avanza a la etapa 430, donde los datos de la imagen se descargan en la estación de trabajo del ordenador 210. A partir de la etapa 430, la subrutina 310 continúa a la etapa 440 y vuelve a la subrutina 320 de la figura 3.

La figura 5 describe la subrutina de ejemplo 320 a partir de la figura 3, en la que se visualizan los datos de la imagen. La subrutina de ejemplo 320 empieza en el bloque inicial 505 y avanza a la etapa 510, donde la estación de trabajo del ordenador 210 recibe los datos de la imagen. Una vez la estación de trabajo del ordenador 210 recibe los datos de la imagen en la etapa 510, la subrutina de ejemplo 320 avanza al bloque de decisión 520, donde se determina si los datos de la imagen comprenden una pluralidad de archivos de imagen preliminares. Una pluralidad de archivos de imagen preliminares pueden resultar si, por ejemplo, la cámara 205 fue programada para tomar una serie de fotografías del núcleo del cable 110. El tiempo de captura de la cámara 205 se selecciona basado en la velocidad lineal del cable de fibra óptica que avanza 100. Para calcular de una manera precisa la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105, por lo menos dos inversiones del tubo de tampón trenzado S-Z 105 se han de capturar en los datos de las imágenes. Por lo tanto, la cámara 205 se puede controlar para capturar una pluralidad de archivos de imágenes preliminares si por lo menos dos inversiones no se pueden capturar en un único archivo de imagen. El cálculo de la longitud de disposición se describe en mayor detalle respecto a la figura 6.

ES 2 272 610 T3

Si los datos de la imagen, de hecho, comprende una pluralidad de archivos de imagen preliminares, la subrutina 320 avanza a la etapa 530, donde la pluralidad de imágenes preliminares se unen para crear un archivo de imagen resultante capaz de visualizarse. La unión de la pluralidad de archivos de imagen preliminares se puede conseguir, por ejemplo, usando un estándar de la industria de correlación de imágenes. La correlación de imágenes es un procedimiento de
5 tomar dos fotografías y solaparlas en diferentes posiciones y medir la diferencia de color en las dos zonas solapadas. La posición que produce la menor diferencia de color se vuelve la posición de la unión de la fotografía. La imagen unida mostrará un segmento más largo del cable en movimiento que cualquiera de los archivos de imagen individuales podría mostrar.

Si en el bloque de decisión 520 se determina, sin embargo, que los datos de las imágenes no comprenden una pluralidad de archivos de imagen preliminares, la subrutina 320 continúa a la etapa 540, donde los datos de las imágenes se convierten en un archivo de imagen resultante capaz de visualizarse. El archivo de imagen resultante puede ser en una variedad de diferentes formatos de archivo. Por ejemplo, el formato de archivo de imagen y las correspondientes extensiones de archivo pueden comprender por lo menos una cualquiera de los siguientes: formato "tagged image file" (tif), "graphics interchange format" (.gif), formato "joint photographic experts group" (.jpg), y formato "bit map" (.bmp). Sin embargo, realizaciones de la presente invención prevén que puedan ser suficientes otros formatos de archivo para los datos de las imágenes. Desde la etapa 530 o desde la etapa 540, la subrutina de ejemplo 320 avanza a la etapa 550, donde el archivo de imagen resultante se visualiza en la pantalla 215. Desde la etapa 550, la subrutina 320 continúa a la etapa 560 y vuelve a la subrutina 330 de la figura 3.
10
15
20

La figura 6 describe la subrutina de ejemplo 330 desde la figura 3, en la que se calcula la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105. La subrutina de ejemplo 330 empieza en el bloque inicial 605 y sigue a la etapa 610, donde un elemento de control que se puede seleccionar es colocado por un usuario sobre el primer punto de inversión 115 del tubo de tampón trenzado 105 mostrado en el archivo de imagen resultante tal como se visualiza en la pantalla 215. Por ejemplo, el usuario puede manipular un dispositivo de entrada tal como un ratón 220, provocando el correspondiente movimiento de un elemento de control que se puede seleccionar sobre la pantalla 215. El elemento de control que se puede seleccionar puede comprender un cursor. Los expertos en la materia, sin embargo, apreciarán que se pueden utilizar otros dispositivos de entrada, así como otros elementos de control que se pueden seleccionar.
25

Una vez que el elemento de control que se puede seleccionar es colocado por el usuario sobre el primer punto de inversión 115 en la etapa 610, la subrutina de ejemplo 330 avanza a la etapa 620, donde el elemento de control que se puede seleccionar es colocado por el usuario sobre el segundo punto de inversión 120 del tubo de tampón trenzado S-Z 105 mostrado sobre el archivo de imagen resultante tal como se visualiza en la pantalla 215. Después de que el elemento de control que se puede seleccionar sea colocado por el usuario sobre el segundo punto de inversión 120 en la etapa 620, la subrutina de ejemplo 330 avanza a la etapa 630, donde se calcula la distancia entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 del tubo de tampón trenzado S-Z 105. La estación de trabajo del ordenador 210 detecta la citada posición del elemento de control que se puede seleccionar sobre el archivo de imagen resultante tal como se visualiza en la pantalla 215 y ejecuta un módulo de programación para calcular la distancia entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120. Para facilitar este cálculo, se realiza una calibración en el sistema antes de su uso en el procedimiento de fabricación. Esta calibración se realiza capturando una imagen de calibración de un dispositivo de medición, una escala por ejemplo, colocado detrás de un núcleo trenzado de muestra. Esta imagen de calibración se usa a continuación para determinar la relación de los píxeles con la longitud utilizada en los cálculos posteriores de la distancia D entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120.
30
35
40
45

Después de calcular la distancia entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 del tubo de tampón trenzado S-Z 105 en la etapa 630, la subrutina de ejemplo 330 avanza a la etapa 640. En la etapa 640, el usuario introduce el número de vueltas que hace el tubo de tampón trenzado S-Z 105 alrededor del núcleo del cable 110 entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120. Por ejemplo, el usuario puede introducir el número de vueltas entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 tecleando una respuesta en el teclado 225. Alternativamente, el usuario podría usar el ratón 220 en conjunción con una interfaz gráfica de usuario (GUI) visualizada en la pantalla 215. Una GUI incorpora características de arrastrar y soltar, iconos, menús desplegables, y preferiblemente utiliza un ratón. El tipo de GUI no es significativo y puede ser una GUI WINDOWS, MACINTOSH, o MOTIF, y, en un ambiente cliente/servidor, reside preferiblemente en el terminal cliente. Los expertos en la materia apreciarán que se pueden usar otros procedimientos para introducir los datos del usuario.
50
55

Después de que el usuario introduce el número de vueltas entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 del tubo de tampón trenzado S-Z 105 en la etapa 640, la subrutina de ejemplo 330 avanza a la etapa 650, donde se calcula la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105. La estación de trabajo del ordenador 210 ejecuta un módulo de programa para calcular la longitud de disposición del cable. Este cálculo se basa en la distancia D entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 y que el número de vueltas del tubo de tampón trenzado S-Z 105 hace alrededor del núcleo del cable 110 entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 como sigue:
60
65

$$\text{Longitud de Disposición} = D/N,$$

ES 2 272 610 T3

donde

$$N = N' + n/T$$

5 D es la distancia axial entre los puntos de inversión; N es el número de vueltas entre inversiones; N' es el número de vueltas completas entre los puntos de inversión; n/T es el número de vueltas fraccionales, donde T es el número de tubos que se trenzan, y n es el número de tubos que un tubo dado está desplazado de su posición en el punto de inversión previo, contado en la dirección de rotación. Por ejemplo, se considera la siguiente construcción: una
10 construcción de seis tubos, con la secuencia de tubos: blanco, azul, rojo, verde, marrón, naranja; el tubo blanco está en la parte superior del cable en la imagen capturada en el primer punto de inversión y el tubo rojo está en la parte superior del cable en la imagen capturada en el siguiente punto de inversión. n/T se determina como sigue: T = 6; n = 2 porque el tubo blanco está retirado 2 tubos de su posición en la parte superior del cable de la última inversión. Véase que este ejemplo, el tubo blanco no puede ser visible en el punto de inversión. Por lo tanto, n/T = 1/3, es decir, el tubo
15 blanco (así como los otros tubos) se extiende 1/3 de vuelta adicional.

Esta longitud de disposición calculada se puede visualizar en la pantalla 215, y el archivo de imagen resultante, los datos introducidos por el usuario, y la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105 se pueden guardar juntos en un archivo para referencia futura. Desde la etapa 605 continúa la subrutina 330 a la etapa 660 y vuelve a la
20 etapa 340 de la figura 3.

La figura 7 es un diagrama de flujo que indica las etapas generales implicadas en un procedimiento de ejemplo 400 que es una realización alternativa de la presente invención para determinar la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación utilizando un módulo de software de reconocimiento de imágenes. El
25 procedimiento de ejemplo 400 empieza en el bloque inicial 705 y continúa a la subrutina de ejemplo 310, donde los datos de las imágenes del tubo de tampón trenzado S-Z 105 del cable de fibra óptica que avanza 100 se capturan y se descargan en la estación de trabajo del ordenador 210. Las etapas que comprenden la subrutina 310 se muestran en la figura 4 y se han descrito en mayor detalle anteriormente.

30 Desde la subrutina de ejemplo 310, donde se capturan los datos de las imágenes del tubo de tampón trenzado S-Z 105 del cable de fibra óptica que avanza 100 y se descargan a la estación de trabajo del ordenador, el procedimiento de ejemplo 400 continúa a la etapa 720, donde se determina la distancia D entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 130 y el número de vueltas que forma el tubo de tampón trenzado S-Z 105 alrededor del núcleo del cable 110 entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 usando el módulo
35 de software de reconocimiento de imágenes ejecutado en la estación de trabajo del ordenador 210. Generalmente, los programas de reconocimiento de imágenes tienen la capacidad de analizar las imágenes digitales contenidas en archivos de datos y de distinguir las características encontradas en los datos de las imágenes. El módulo de software de reconocimiento de imágenes de esta realización es capaz de seguir un tubo de tampón particular por su color y también determinar si la inclinación del tubo es positiva, negativa o neutra. En particular, la inclinación se considera
40 positiva, negativa o neutra, cuando el tubo define, en la imagen, un ángulo positivo, negativo o cero con el eje del cable.

Esta capacidad del software permite detectar un punto de inversión durante el paso del cable. Esto se realiza de manera diferente cuando la porción de inclinación neutra del tubo rastreado se muestra directamente en la imagen
45 capturada o cuando no se muestra directamente la misma porción (produciéndose este último caso cuando el tubo está en la parte opuesta del cable respecto a la cámara en el punto de inversión). Cuando la porción de inclinación neutra del tubo rastreado se muestra directamente, el módulo de software marca el punto del cable donde se detecta esta porción de inclinación neutra e identifica este punto del cable como el punto de inversión. Si la porción de inclinación neutra del tubo rastreado no se muestra, el módulo de software puede, en cualquier caso, detectar el cambio de la
50 inclinación del tubo rastreado e identificar así la posición axial del punto de inversión. Por ejemplo, si la inclinación cambia de positiva a negativa, el módulo de software actuará como sigue. En primer lugar, marcará el último punto visible del tubo rastreado que tenga una inclinación positiva y a continuación marcará el primer punto visible que tenga una inclinación negativa. A continuación, el módulo de software determina el punto que está a medio camino entre
55 los dos puntos marcados e identifica este punto medio como el punto de inversión del cable. La distancia entre los dos puntos marcados también permite determinar la posición circunferencial del tubo rastreado en el punto de inversión del cable. De una manera diferente, cuando el tubo se muestra directamente en la imagen de la inversión, la posición circunferencial se puede determinar directamente mediante el módulo de software.

Siendo capaz de detectar la posición axial de los puntos de inversión del cable y la posición circunferencial del tubo rastreado en correspondencia con cada punto de inversión, el módulo de software puede medir fácilmente la distancia
60 D entre dos puntos de inversión consecutivos y el número de vueltas del tubo rastreado entre los mismos puntos.

La distancia D puede obtenerse, por ejemplo, multiplicando el tiempo entre dos detecciones del punto de inversión y la velocidad del cable que avanza. Para medir el número de vueltas completas N' y la fracción de vueltas n cubiertas por el tubo rastreado entre dos puntos de inversión, el módulo de software cuenta las incidencias del tubo rastreado a lo largo del eje del cable, empezando desde la detección del último punto de inversión y acabando en la detección del siguiente punto de inversión, y también tiene en cuenta la posición circunferencial relativa del tubo rastreado en correspondencia con dos puntos de inversión y la inclinación del tubo rastreado entre los dos puntos de inversión.

ES 2 272 610 T3

Por propósitos de ilustración, se considera un cable que tiene una construcción de seis tubos, con la siguiente secuencia de tubos: blanco, azul, rojo, verde, marrón, naranja; el tubo blanco está en la parte superior del cable (la posición de referencia) en la imagen capturada en el primer punto de inversión y el tubo verde está en la parte superior del cable en la imagen capturada en el siguiente punto de inversión. En este ejemplo, la sección de inclinación neutra del tubo blanco no es visible en la imagen del segundo punto de inversión. Comparando las posiciones circunferenciales del tubo blanco en los dos puntos de inversión, el módulo de software determinará que se ha de añadir una 1/2 vuelta adicional al número completo de vueltas del tubo.

A partir de este análisis, se puede determinar si las entradas del usuario, la posición del primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120, el número de vueltas entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120, y las vueltas fraccionales entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120. A partir de la determinación de la posición del primer punto de inversión 115 y del segundo punto de inversión 120, el módulo de software de reconocimiento de imágenes puede determinar la distancia D entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120.

Desde la etapa 720, donde se determina la distancia D entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 y el número de vueltas del tubo de tampón trenzado S-Z 105 hace alrededor del núcleo del cable 110 entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 usando el módulo de software de reconocimiento de imágenes ejecutado en una estación de trabajo del ordenador 210, el procedimiento de ejemplo 400 avanza a la etapa 730, donde se calcula la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z. La estación de trabajo del ordenador 210 ejecuta un módulo de programa para calcular la longitud de disposición del cable. Este cálculo se basa en la distancia D entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120 y el número de vueltas que el tubo de tampón trenzado S-Z 105 hace alrededor del núcleo del cable 110 entre el primer punto de inversión 115 y el segundo punto de inversión 120, de la manera descrita anteriormente respecto a la figura 6. Esta longitud de disposición calculada se puede visualizar en la pantalla 215, y el archivo de imagen resultante, los datos introducidos por el usuario, y la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z 105 se pueden guardar juntos en un archivo para referencia futura. Desde la etapa 730, donde se calcula la longitud de disposición del tubo de tampón trenzado S-Z, el procedimiento de ejemplo 400 continúa a la etapa 740 y acaba.

En vista de lo anterior, se apreciará que la presente invención mide la longitud de disposición de los filamentos S-Z durante el procedimiento de fabricación. Además, debe entenderse que lo anterior se refiere solamente a la realización de ejemplo de la presente invención, y que se pueden realizar a la misma numerosos cambios sin apartarse del ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

ES 2 272 610 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para medir la longitud de disposición de tubos de tampón trenzados S-Z sobre un núcleo de cable de fibra óptica mientras avanza el núcleo durante la fabricación, que comprende las etapas de:

capturar por lo menos una imagen de los tubos de tampón trenzados S-Z que contienen por lo menos dos puntos de inversión en el núcleo que avanza;

10 descargar la imagen capturada a un dispositivo de almacenamiento;

determinar, a través de por lo menos una imagen capturada, la distancia entre dichos puntos de inversión; **caracterizado** por el hecho de que

15 se calcula la longitud de disposición de los tubos de tampón trenzados S-Z a través del dispositivo de almacenamiento basada en la distancia entre dichos puntos de inversión.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que también comprende la etapa de almacenar la imagen capturada y la medición de la longitud de disposición en el dispositivo de almacenamiento.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de captura comprende la subetapa de capturar una pluralidad de imágenes preliminares y la etapa de medición comprende la subetapa de unir la pluralidad de imágenes preliminares.

25 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de captura comprende la subetapa de disparar una cámara para tomar por lo menos una imagen del núcleo que avanza.

30 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la subetapa de disparar se produce cuando un módulo de software de reconocimiento de imágenes en el dispositivo de almacenamiento y visualización detecta uno de los por lo menos dos puntos de inversión.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, que también comprende la etapa de montar la por lo menos una imagen en un mapa de bits en un dispositivo de visualización, donde se visualiza la imagen.

35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la etapa de cálculo comprende las subetapas de posicionar los cursores en los por lo menos dos puntos de inversión sobre la imagen visualizada y determinar la distancia entre los cursores, en donde se determina la distancia entre los puntos de inversión.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la etapa de cálculo comprende las subetapas de:

40 contar el número de vueltas completas entre los por lo menos dos puntos de inversión en la imagen visualizada;

determinar el número de vueltas fraccionales entre los por lo menos dos puntos de inversión en la imagen visualizada; y

45 calcular la longitud de disposición con la relación:

$$\text{Longitud de Disposición} = D/(N' + n/T)$$

50 en donde D es la distancia entre los puntos de inversión, N' es el número de vueltas completas entre los puntos de inversión, y n/T es el número fraccional de vueltas entre los puntos de inversión.

55 9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de cálculo se realiza mediante un módulo de software de reconocimiento de imágenes ejecutado en un dispositivo de almacenamiento configurado para realizar las siguientes subetapas:

detectar el número de vueltas completas entre los por lo menos dos puntos de inversión en la imagen visualizada;

60 determinar el número de vueltas fraccionales entre los por lo menos dos puntos de inversión en la imagen visualizada; y

calcular la longitud de disposición con la relación:

$$\text{Longitud de Disposición} = D/(N' + n/T)$$

65 en donde D es la distancia entre los puntos de inversión, N' es el número de vueltas completas entre los puntos de inversión, y n/T es el número fraccional de vueltas entre los puntos de inversión.

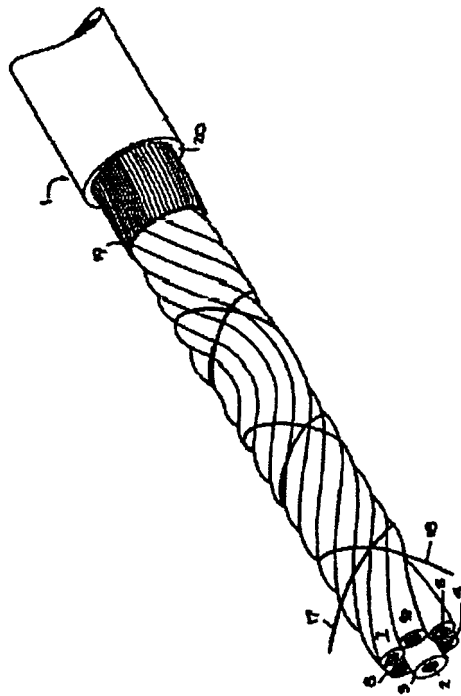


Fig. 1

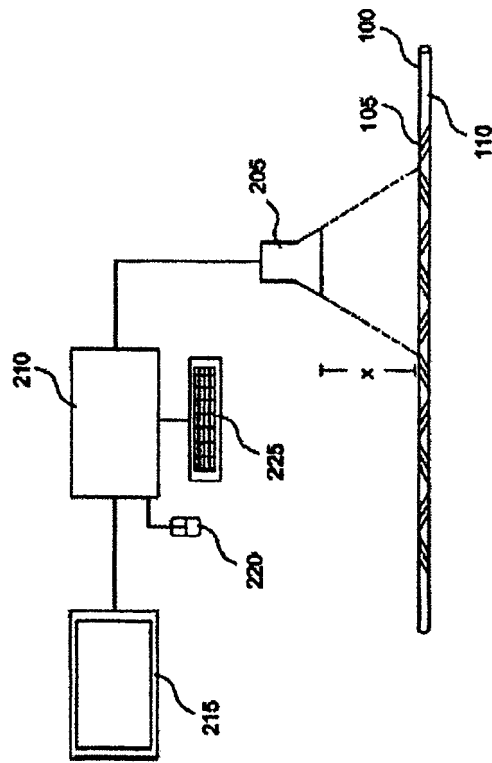


Fig. 2

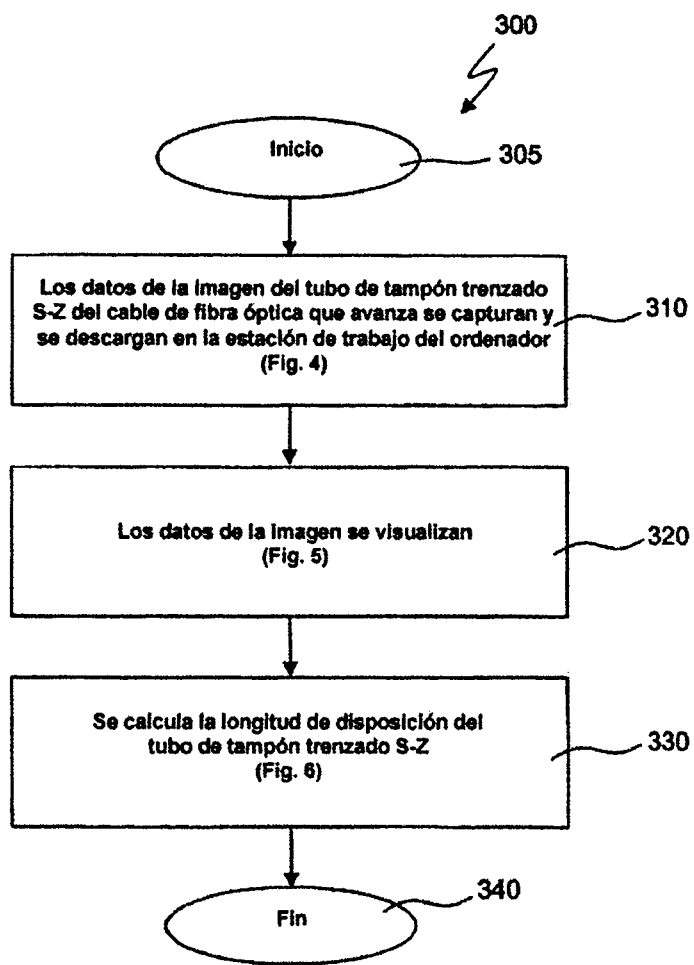


Fig. 3

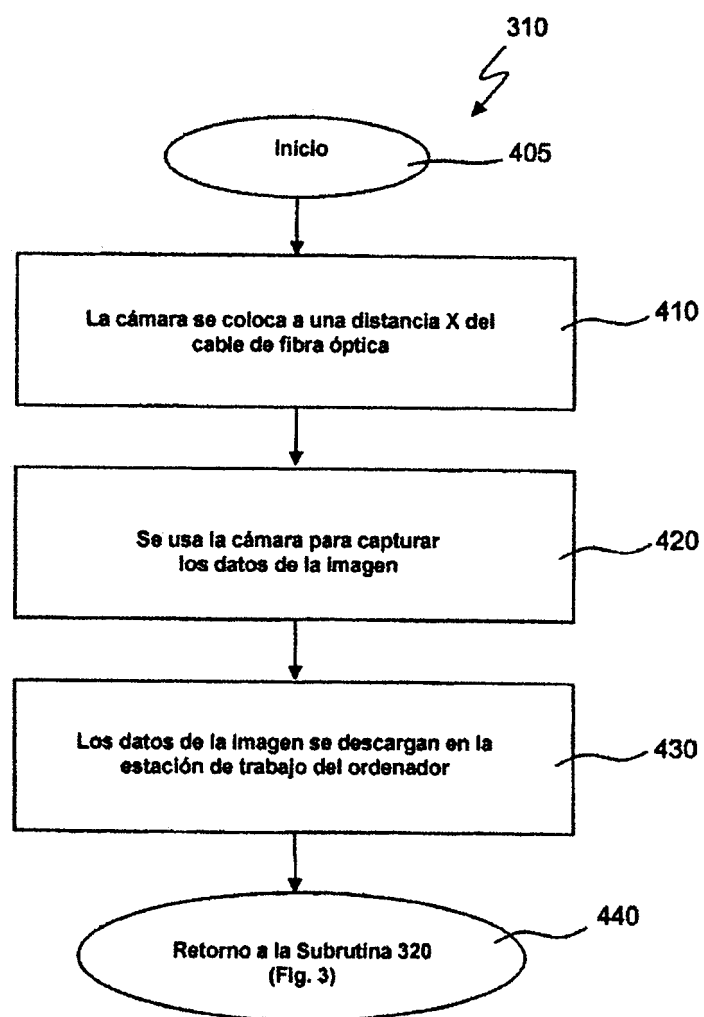


Fig. 4

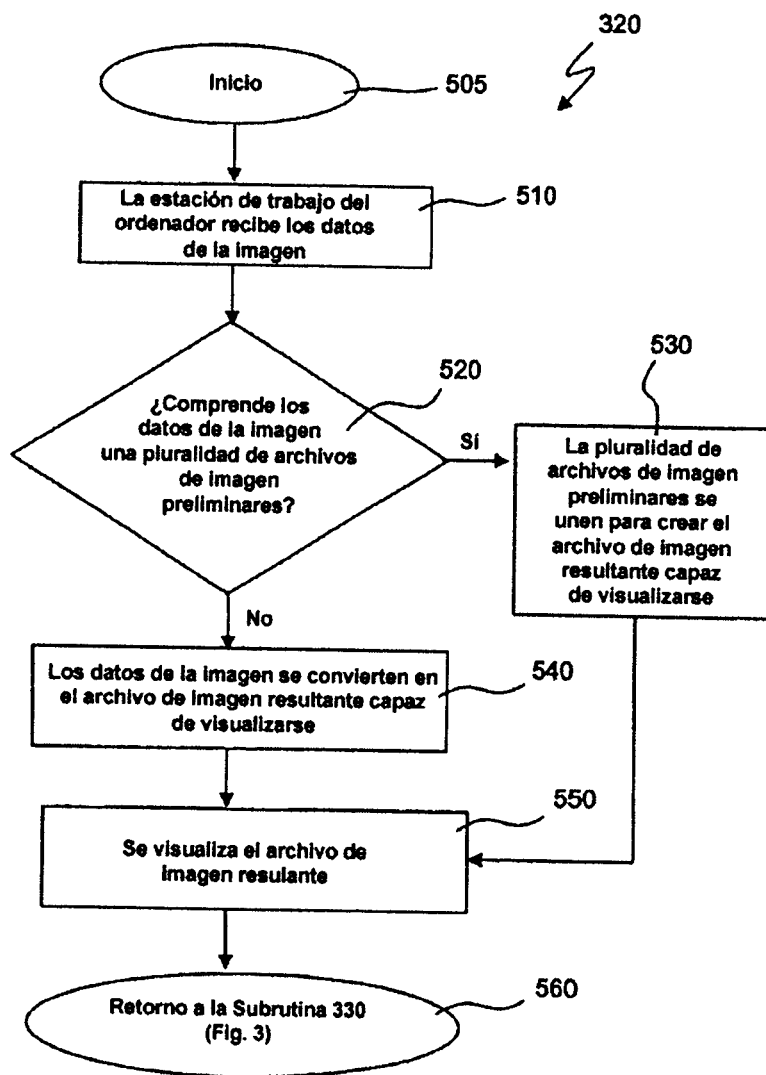


Fig. 5

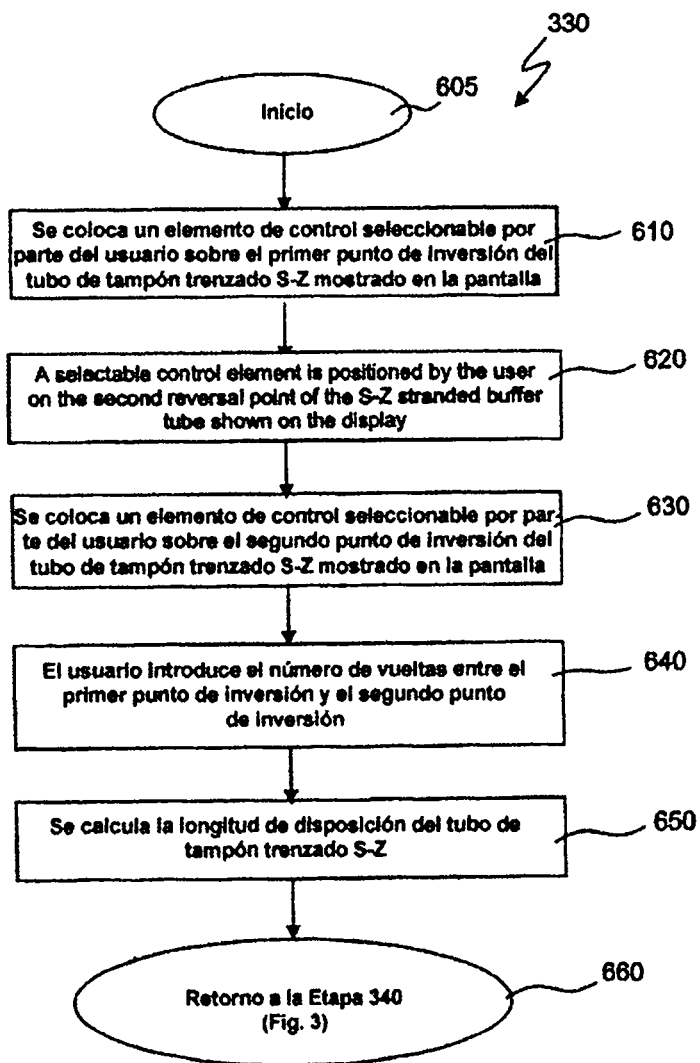


Fig. 6

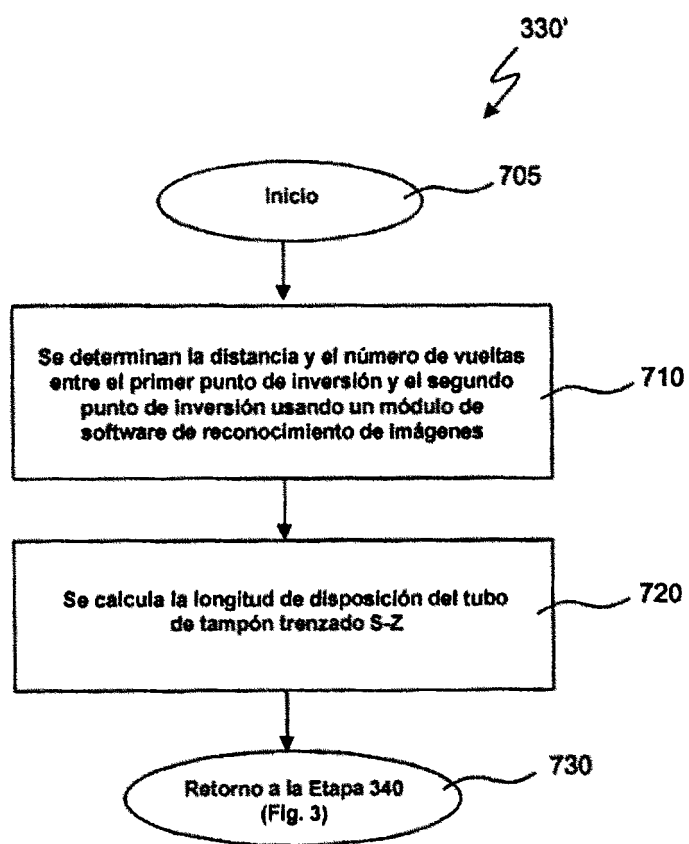


Fig. 7