

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 234**

51 Int. Cl.:

B66C 15/00 (2006.01)

B66B 7/12 (2006.01)

B66D 1/54 (2006.01)

D07B 1/14 (2006.01)

G01N 21/952 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2019 PCT/EP2019/067356**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020 WO20002615**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2019 E 19736331 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023 EP 3793928**

54 Título: **Dispositivo para ajustar la detección de la madurez de reemplazo de cables de fibras altamente resistentes, así como aparato elevador con un dispositivo de este tipo**

30 Prioridad:

28.06.2018 DE 102018115662

26.09.2018 DE 102018123758

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2024

73 Titular/es:

LIEBHERR-WERK BIBERACH GMBH (100.0%)

Memminger Str. 120

88400 Biberach an der Riss, DE

72 Inventor/es:

MUPENDE, YVON ILAKA;

HAMME, ULRICH y

LUKASCH, FELIX

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 968 234 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

Dispositivo para ajustar la detección de la madurez de reemplazo de cables de fibras altamente resistentes, así como aparato elevador con un dispositivo de este tipo

5 La presente invención se refiere en general a la detección de la madurez de reemplazo de cables de fibras altamente resistentes. A ese respecto, la invención se refiere por un lado a un dispositivo para detectar la madurez de reemplazo de cables de fibras altamente resistentes para diferentes condiciones de utilización, estando revestido un núcleo de cable del cable de fibras con una cubierta de cable, que según lo previsto se desgasta más rápidamente que el núcleo de cable, con una unidad de detección óptica para detectar la superficie del cable y/o un contador de conjunto de carga para detectar los ciclos de carga, a los que se somete el cable de fibras, así como por otro lado a un aparato elevador en particular en forma de una grúa giratoria de torre o de una grúa de pluma telescópica con un dispositivo de este tipo para detectar la madurez de reemplazo.

15 Desde hace mucho tiempo en la técnica de elevación y en particular en grúas se intenta sustituir los cables de acero pesados, habituales, por cables de fibras altamente resistentes, que están compuestos por fibras sintéticas altamente resistentes tales como por ejemplo fibras de aramida, mezclas de fibras de aramida/de carbono, fibras de polietileno de alto módulo (HMPE), fibras de polímero de cristal líquido (*Liquid Cristal Polymer* / LCP) - Vectran o de poli(p-fenilen-2,6-benzobisoxazol) (PBO) o presentan al menos tales fibras. Debido al ahorro de peso con respecto a los cables de acero de hasta el 80 % con aproximadamente la misma resistencia a la rotura puede aumentarse la capacidad de carga o la carga de elevación admisible, dado que el peso propio del cable que debe tenerse en cuenta para la capacidad de carga es claramente menor. Precisamente en el caso de grúas con una gran altura de elevación, o en plumas o aparatos de regulación de mástil con polipastos de alto número de enhebrados se llevan a efecto longitudes de cable considerables y con ello también un peso de cable correspondiente, de modo que la posible reducción de peso mediante cables de fibras altamente resistentes es muy ventajosa. Adicionalmente a la ventaja de peso del propio cable de fibras se suma que el uso de cables de fibras también posibilita un ahorro de peso en componentes adicionales. Por ejemplo, el gancho de carga puede realizarse más ligero, dado que para el tensado de cable de un cable de fibras se necesita menos peso de gancho de carga. Por otro lado, la buena flexibilidad de los cables de fibras sintéticas permite radios de flexión más pequeños y con ello poleas o ruedas de cable más pequeñas en la grúa, lo que conduce a una reducción de peso adicional en particular en el campo de las plumas de grúa, de modo que en el caso de grandes alcances de grúa puede conseguirse un aumento de momento de carga considerable.

20 Adicionalmente a dichas ventajas de peso, las tracciones de cable con cables de fibras sintéticas se caracterizan por una vida útil considerablemente mayor, una manipulación más fácil y una buena flexibilidad, así como la ya no necesaria lubricación de cable. En general, de ese modo puede conseguirse una mayor disponibilidad de aparato.

25 Sin embargo, una dificultad en tales cables de fibras altamente resistentes consiste en predecir o determinar de manera fiable y precisa en los mismos su madurez de reemplazo. Los cables de fibras altamente resistentes son, como los cables de acero, piezas de desgaste que tienen que cambiarse cuando su estado ha empeorado tanto que en el caso de un funcionamiento adicional ya no se da la seguridad necesaria. Este estado se denomina en general madurez de reemplazo.

30 En los cables de acero convencionales, la madurez de reemplazo puede determinarse de manera en sí bastante sencilla mediante la inspección visual del estado del cable, predeterminándose el modo de proceder durante la prueba y el alcance de la prueba en la norma ISO 4309. A ese respecto, sustancialmente se tiene en cuenta el número de roturas de alambre a lo largo de una determinada longitud de medición del cable, una disminución del diámetro de cable, así como las roturas de cordón. Sin embargo, este método de medición no es posible para la detección de la madurez de reemplazo en cables de fibras altamente resistentes, dado que las fibras sintéticas usadas no se comportan como los cordones de alambre.

35 Por la publicación DE 20 2009 014 031 U1 se conoce un cable de fibras altamente resistentes a partir de fibras sintéticas, en el que un núcleo de cable se dota de una envoltura, que presenta una coloración distinta a la del núcleo de cable y en sí misma presenta a su vez diferentes capas de cubierta de diferente color. Mediante esta coloración de diferente color se pretende detectar más fácilmente cuándo asoma debido a la abrasión de una capa más externa una capa de otro color, que se encuentra debajo, o incluso el núcleo de cable. Sin embargo, en la práctica, esta función indicadora de color en sí razonable adolece de que la envoltura, debido a las propiedades de las fibras sintéticas altamente resistentes tiende a fallar en general de manera bastante repentina, de modo que a su vez es difícil determinar o predecir a tiempo la madurez de reemplazo del cable.

40 Por el documento EP 3 180 472 B1 se conoce además monitorizar cables de fibras altamente resistentes con una cámara y comparar las imágenes del cable de fibras con imágenes de referencia, que están depositadas en una memoria y muestran daños característicos para, mediante la comparación de imágenes, determinar el grado de daño y de desgaste actual de la envoltura y a partir del mismo entonces la madurez de reemplazo.

Aunque la detección del desgaste de cubierta de cable en sí puede hacerse en sí de manera razonable y fiable, en la práctica existe el problema de que un determinado desgaste de cubierta de cable en cables de fibras sintéticas no

siempre se corresponde en la misma medida con el verdadero grado de madurez de reemplazo, dado que la madurez de reemplazo se ve influida por diferentes condiciones de funcionamiento y toda clase de parámetros de utilización y estos no perjudican siempre de la misma manera la cubierta de cable y el núcleo de cable.

5 Por la publicación WO 2017/067651 A1 se conoce un dispositivo para detectar la madurez de reemplazo de un cable de fibras altamente resistentes, que somete imágenes actuales de la cubierta de cable a una comparación óptica con representaciones de referencia almacenadas, comparándose entre otros un patrón de colores o patrón de píxeles de color de la cubierta de cable en la imagen actual con las representaciones de referencia, para deducir el estado de desgaste. Este documento da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Además, la publicación WO 2012/010431 A1 muestra un dispositivo de prueba para instalaciones de ascensor, que aplica al cable portante una radiación electromagnética y detecta el patrón de transmisión o de reflexión y lo compara con patrones almacenados, para determinar el estado de desgaste.

15 En este sentido, ya se ha pensado en adaptar la cubierta de cable mediante fibras con diferente resistencia al desgaste, diferentes estructuras o grosores de cubierta, a diferentes condiciones de utilización, y no fiarse solo de una comprobación óptica de la cubierta de cable, sino recurrir para la detección de la madurez de reemplazo a otros criterios, véase por ejemplo el documento EP 3 392 404 A. Sin embargo, ambas cosas no son posibles sin más o están sujetas a dificultades y perjuicios considerables.

Por un lado, la cubierta de cable concretamente por regla general no es un indicador de desgaste puro, que pueda diseñarse libremente y en este sentido pueda adaptarse de manera fina a diferentes condiciones de desgaste, sino que es parte integral del cable, que respalda y protege el núcleo de cable en cuanto a la capacidad portante.

20 Los cables no cubiertos especialmente en la construcción trenzada tienen en principio una estabilidad reducida, que tiene un efecto desventajoso sobre el arrollamiento en múltiples capas sobre el tambor.

25 El desgaste del cable y de su envoltura se provoca debido a la tracción de cable, es decir debido al cambio de flexión en el recorrido del cable sobre poleas de cable y la fricción del cable sobre el tambor durante el bobinado, especialmente en el caso del arrollamiento de múltiples capas. A ese respecto se habla de un desgaste condicionado por el sistema.

El desgaste de la envoltura se ve influido por diferentes parámetros, por ejemplo:

- por el grosor de la envoltura,
- por el número de capas de cubierta de 1 a n,
- por diferentes materiales de trabajo de las fibras de capa de cubierta a capa de cubierta,
- 30 ➤ por la mezcla de diferentes materiales de trabajo de fibra por cada capa de cubierta, que sin embargo no pueden diseñarse libremente debido a los objetivos adicionales de la cubierta,
- por una estructura constructiva diferente de las capas de cubierta en el caso de la utilización de los mismos materiales de trabajo de fibra.

35 En este sentido, ya se ha intentado recurrir a criterios adicionales más allá de la imagen de daños óptica de la envoltura de cable para la madurez de reemplazo o su determinación. Por ejemplo, en este caso se han propuesto dispositivos, que monitorizan una disminución del diámetro de cable, determinan un estiramiento del cable por secciones y en total, detectan una formación de protuberancias y los comparan con respectivos valores límite. Sobre todo, ya se ha propuesto también monitorizar los ciclos de carga admisibles también en función de la temperatura de utilización y prever para ello un contador de conjunto de carga. A este respecto se cuentan los cambios de flexión,

40 que experimenta el cable de fibras, habiéndose desarrollado un algoritmo, que puede calcular los cambios de flexión en función de los datos de funcionamiento y de construcción. Sin embargo, también en el caso de una monitorización de ciclos de carga de este tipo resultan diferentes dificultades, por ejemplo en el sentido de que el contador de ciclos de carga no puede monitorizar conjuntamente todas las influencias realmente relevantes sobre la vida útil, por ejemplo la cantidad de arena y de polvo, la solicitación química del cable debido a nubes de aire de escape y similares, o también circunstancias imprevisibles solo muy prácticas tal como ciclos de carga adicionales,

45 no contados, debido al uso del cable en otro aparato de cabestrante.

Por tanto, la presente invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento mejorado para ajustar la capacidad de detección óptica de la madurez de reemplazo de cables de fibras altamente resistentes, un dispositivo mejorado para detectar la madurez de reemplazo de cables de fibras altamente resistentes, así como un conjunto de cables de fibras altamente resistentes mejorado con una mejor capacidad de detección de la madurez de reemplazo.

50

Según la invención, dicho objetivo se alcanza mediante un dispositivo según la reivindicación 1 así como un aparato elevador según la reivindicación 5. Configuraciones preferidas de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Es decir, se propone configurar la cubierta de cable en cuanto a su absorción y/o reflexión de la luz solar o del día de manera diferente, para ajustar la resistencia al desgaste o la velocidad de desgaste de la cubierta de cable y adaptarla a diferentes condiciones de utilización, así como adaptar el modo de trabajo de un dispositivo automático para la determinación de la madurez de reemplazo en función de un grado de absorción y/o de reflexión de luz del día detectado. El dispositivo correspondiente para la determinación de la madurez de reemplazo comprende en particular medios de detección óptica, en particular un sistema de sensores formadores de imagen que comprende por ejemplo una cámara, por medio de la que pueden elaborarse imágenes del cable de fibras altamente resistentes y compararse con imágenes de referencia, que pueden estar depositadas en una memoria de referencia.

Ventajosamente, un dispositivo de este tipo está configurado trabajando de manera autoadaptadora, para tener en cuenta el ajuste de la cubierta de cable en cuanto a su grado de absorción de luz y/o su grado de reflexión. En particular, el dispositivo puede presentar medios de detección para detectar y/o determinar el coeficiente de absorción de luz y/o el grado de reflexión de la cubierta de cable, pudiendo estar prevista una unidad de ajuste previo y estar configurada para adaptar o variar el algoritmo de evaluación para la determinación de la madurez de reemplazo mediante los parámetros de cable detectados tal como el patrón de daños mediante la comparación de imágenes y/o el conjunto de carga detectado y/o el número de ciclos de carga detectado automáticamente en función del coeficiente de absorción de luz determinado y/o del grado de reflexión determinado.

Un dispositivo de adaptación de este tipo aprovecha que la cubierta de cable del cable, en el caso de la previsión del cable para condiciones de desgaste más intenso, está dotado de un coeficiente de absorción de luz del día más alto y/o un grado de reflexión más bajo que en el caso de la previsión del cable para condiciones de utilización de menor desgaste. Según el conjunto de trabajo previsto, la cubierta de cable está configurada de diferente manera en cuanto a su comportamiento en el caso de solicitación con luz solar, para variar la relación de la velocidad de desgaste de la cubierta de cable con respecto a la velocidad de fatiga del núcleo de cable y adaptarla al conjunto de trabajo previsto. Mediante un alto coeficiente de absorción de luz por ejemplo debido a partículas absorbedoras de luz en la cubierta de cable y/o un bajo grado de reflexión de la cubierta de cable por ejemplo debido a pocas o ninguna partícula reflectante de luz en la cubierta de cable esta se calienta de manera relativamente intensa en el caso de irradiación con luz del día, de modo que la cubierta de cable se desgasta más rápidamente debido a mayores temperaturas de funcionamiento. A la inversa, pueden evitarse temperaturas de funcionamiento elevadas de la cubierta de cable y con ello velocidades de desgaste elevadas de la cubierta de cable cuando la cubierta de cable presenta un bajo coeficiente de absorción de luz del día y/o un alto grado de reflexión.

Mediante el ajuste de la velocidad de desgaste de la cubierta de cable debido a la variación de su capacidad de absorción de luz puede configurarse un cable para diferentes condiciones de utilización y conjuntos de carga, sin tener que variar o adaptar para ello las características de construcción esenciales de la construcción de cable. En particular puede crear un conjunto de cables, que comprende varios cables de fibras altamente resistentes, que se corresponden entre sí en cuanto a diámetro de cable, capacidad de carga y resistencia a la tracción de cable máximas por ejemplo en el sentido de carga a la rotura del cable o carga de tracción de cuerda máxima, diámetro de núcleo y grosor de cubierta, material de fibra, número de haces de fibras y de cordones, y estructura de haces de fibras tal como por ejemplo patrón de trenzado, y en ese sentido tienen propiedades mecánicas comparables entre sí. Sin embargo, las cubiertas de cable están ajustadas de diferente manera en cuanto al coeficiente de absorción de luz, de modo que la cubierta de cable a pesar de la estructura por lo demás igual se desgasta a una velocidad diferente.

De este modo pueden reducirse no solo los costes de fabricación y simplificarse los procesos de fabricación, sino configurarse la cubierta de cable también de manera en sí óptima para sus otros objetivos tal como el refuerzo y la protección del núcleo de cable, la contribución a la resistencia del cable, etc. Sin embargo, sobre todo puede confiarse en la detección óptica de los daños que aparece en la cubierta de cable y una determinación derivada de la misma de la madurez de reemplazo, dado que la velocidad de desgaste puede adaptarse al respectivo conjunto de carga y las respectivas condiciones de utilización y correlacionarse el desgaste de la cubierta de cable realmente con la madurez de reemplazo.

A ese respecto, el coeficiente de absorción de luz del día puede ajustarse de manera variable de diferente manera. Básicamente sería posible prever un recubrimiento superficial de la cubierta de cable, que esté configurada de manera variable o distinta en cuanto a su grado de reflexión y/o su grado de transmisión, dependiendo de qué velocidad de desgaste de la cubierta de cable se necesite para el respectivo conjunto de trabajo o las respectivas condiciones de utilización. Dependiendo de cuánta luz del día puede penetrar a través de un recubrimiento superficial de este tipo en la verdadera cubierta de cable, se aumenta o se reduce su velocidad de desgaste.

Para contrarrestar sin embargo el fuerte desgaste mecánico de un recubrimiento superficial de este tipo o hacer que no sea dañino, en un perfeccionamiento ventajoso de la invención puede ajustarse el coeficiente de absorción de la cubierta de cable mediante la coloración de fibras y/o haces de fibras de la cubierta de cable con pigmentos negros y/o blancos y/o de diferente color o de diferentes grises. Mediante pigmentos incrustados en las fibras o los haces de fibras y/o entre haces de fibras de diferente color o claridad puede conseguirse un ajuste duradero del coeficiente de absorción, de modo que la solicitación con luz del día tenga de manera duradera el efecto deseado, constante, sobre la velocidad de desgaste de la cubierta de cable.

En particular, la cubierta de cable puede configurarse más oscura para condiciones de utilización de desgaste más intenso y/o conjuntos de carga que fomentan el desgaste y configurarse comparativamente más clara para condiciones de utilización de menor desgaste y/o conjuntos de carga de menor desgaste. Mediante una configuración de cubierta más oscura, la cubierta de cable se calienta más intensamente a la luz del día y se desgasta correspondientemente más rápidamente, mientras que una cubierta de cable más clara experimenta menos calentamiento y correspondientemente envejece o se desgasta más lentamente.

Alternativa o adicionalmente al mezclado de partículas absorbedoras de la luz o pigmentos de color, que varían el coeficiente de absorción de luz, a las fibras y/o los haces de fibras de la cubierta de cable también se le puede añadir un agente de protección UV en diferente medida o diferente intensidad, para aumentar la resistencia a la luz UV de la cubierta de cable o acortarla mediante un mezclado menor o ningún mezclado, para poder adaptar de este modo la velocidad de desgaste de la cubierta de cable a diferentes conjuntos de carga. Para conjuntos de carga más pesados puede estar prevista una protección UV más intensa y para conjuntos de carga más ligeros una protección UV menor, o a la inversa para conjuntos de carga más pesados puede preverse una protección UV más débil y para conjuntos de carga más ligeros una protección UV más intensa, pudiendo tener lugar una protección UV de este tipo por ejemplo mediante la impregnación de las fibras y/o los haces de fibras de la cubierta de cable con un agente protector UV correspondiente.

Los coeficientes de absorción de luz del día de las cubiertas de cable de un conjunto de cables pueden básicamente estar separados con una distancia diferente entre sí, pudiendo variar el coeficiente de absorción de luz básicamente entre 0 y 1, es decir entre ninguna absorción de luz y una máxima. Para un cable, que está previsto para un conjunto de carga pesado, en el que la vida útil que puede esperarse del cable asciende al 50 % o menos de la vida útil máxima en el caso de un conjunto de carga ligero, dicho coeficiente de absorción de luz del día puede estar ajustado ventajosamente mayor de 0,6 o también mayor de 0,75, por ejemplo al estar incrustados partículas o pigmentos negros u otros pigmentos de absorción de luz en una cantidad correspondiente en la cubierta de cable y/o sus fibras y/o haces de fibras. Sin embargo, si el cable debe configurarse para un conjunto de carga ligero, la cubierta de cable puede configurarse con un coeficiente de absorción de luz de 0,4 o menor o también 0,3 o menor. Para conjuntos de carga de peso medio, en los que la vida útil que puede esperarse asciende a entre el 40 % y el 80 % o del 50 % al 70 % de la vida útil máxima, el coeficiente de absorción de luz puede ajustarse ventajosamente a un valor de entre 0,4 y 0,6.

A ese respecto, dicha vida útil máxima puede determinarse empíricamente y/o significar la vida útil que se alcanza en el caso de condiciones externas muy favorables y pocos conjuntos de carga ligeros, que no se acercan a la capacidad portante máxima del cable o solo lo hacen con poca frecuencia. Por ejemplo, esta puede ser la vida útil que alcanza el cable en el caso de sollicitación con un conjunto de carga, conjunto de carga que en el ensayo de resistencia a la oscilación de Wöhler posibilita alcanzar la resistencia a la fatiga de Wöhler.

Básicamente, un ajuste de la velocidad de desgaste de la cubierta de cable mediante la variación de su sensibilidad a la luz posibilita una comprobación y monitorización de la madurez de reemplazo mediante inspección visual óptica por ejemplo por parte del operador de la máquina o una persona de control formada correspondientemente.

Sin embargo, ventajosamente también puede realizarse una monitorización y determinación a máquina, automatizada, de la madurez de reemplazo, pudiendo presentar el dispositivo correspondiente para la determinación de la madurez de reemplazo, tal como se ha mencionado anteriormente, en particular medios de detección óptica, en particular un sistema de sensores formadores de imagen que comprende por ejemplo una cámara, por medio de la que se elaboran imágenes del cable de fibras altamente resistentes y pueden compararse con imágenes de referencia, que pueden estar depositadas en una memoria de referencia. Sin embargo, alternativa o adicionalmente, el dispositivo también puede comprender un contador de conjunto de carga, que cuenta los ciclos de carga, a los que se somete el cable de fibras altamente resistentes, y a ese respecto dado el caso detecta parámetros de ciclo de carga relevantes, adicionales, tales como velocidad de cable, carga de cable y radio de desviación y determina un conjunto de carga correspondiente.

Ventajosamente, un dispositivo de este tipo está configurado trabajando de manera autoadaptadora, para tener en cuenta el ajuste de la cubierta de cable en cuanto a su grado de absorción de luz y/o su grado de reflexión. Según la invención, el dispositivo presenta medios de detección para detectar y/o determinar el coeficiente de absorción de luz y/o el grado de reflexión de la cubierta de cable, pudiendo adaptar o variar una unidad de ajuste previo el algoritmo de evaluación para la determinación de la madurez de reemplazo mediante los parámetros de cable detectados, tal como patrón de daños, mediante la comparación de imágenes y/o del conjunto de carga detectado y/o el número de ciclos de carga detectado automáticamente en función del coeficiente de absorción de luz determinado y/o del grado de reflexión determinado. Por ejemplo, la unidad de determinación de la madurez de reemplazo puede determinar la madurez de reemplazo mediante el cambio de flexión detectado del cable y del patrón de daños determinado en base a un algoritmo, que se modifica por la unidad de ajuste previo de dicha manera.

Si dicha unidad de detección para detectar el grado de absorción de luz establece, por ejemplo, que se usa un cable de fibras altamente resistentes con cubierta de cable oscura, por ejemplo una cubierta de cable de la categoría más oscura, y/o el coeficiente de absorción de luz detectado supera un valor umbral predeterminado, la unidad de ajuste

previo y/o de adaptación puede adaptar el algoritmo en el sentido de que ya al establecer imágenes de daños menores y/o en el caso de alcanzar un número de ciclos de carga menor se emite una señal de madurez de reemplazo.

- 5 En general, el dispositivo de adaptación puede estar configurado para, en el caso de la determinación de una cubierta de cable (2) configurada más oscura, ajustar un número de ciclos de carga crítico más bajo y, en el caso de la determinación de una cubierta de cable (2) configurada más clara, ajustar un número de ciclos de carga crítico más alto.

- 10 A la inversa, si la unidad de detección establece un coeficiente de absorción de luz más pequeño y/o un grado de reflexión más alto en el cable usado, el algoritmo para determinar la madurez de reemplazo puede reconfigurarse o adaptarse en el sentido de que solo en el caso de alcanzar un número de ciclos de carga mayor y/o establecer una imagen de daños con daños mayores se proporcione una señal de madurez de reemplazo.

- 15 El dispositivo de adaptación está configurado según la invención para modificar el número de ciclos de carga crítico, que cuando se alcanza se emite una señal de madurez de reemplazo, en función del coeficiente de absorción de luz detectado y/o del grado de reflexión detectado, de tal manera que en el caso de un grado de absorción de luz mayor se ajuste más bajo el número de ciclos de carga crítico que en el caso de un coeficiente de absorción de luz comparativamente más bajo.

- 20 Independientemente de la configuración concreta del dispositivo de adaptación, la unidad de detección puede estar configurada para detectar pigmentos negros y/o blancos y/u otros pigmentos de absorción de luz, con los que están teñidos las fibras y/o los haces de fibras de la cubierta de cable, y/o determinar su cantidad, y determinar el coeficiente de absorción de luz y/o el grado de reflexión de la cubierta de cable mediante los pigmentos negros y/o blancos y/u otros pigmentos de absorción de luz detectados y/o su cantidad detectada.

- 25 En particular, el dispositivo de adaptación puede estar configurado para, en el caso de la determinación de un coeficiente de absorción de luz $a > 0,6$ o $a > 0,75$ para un conjunto de carga pesado, al que el cable de fibras presenta una vida útil de menos del 50 % de la vida útil máxima, que presenta el cable de fibras en el caso de la solicitud con un conjunto de carga que guía en el intervalo de resistencia a la fatiga de Wöhler, fijar el número de ciclos de carga crítico a menos del 50 % del número de ciclos de carga, al que se alcanza el intervalo de resistencia a la fatiga, y en el caso de la determinación de un coeficiente de absorción de luz de $< 0,4$ o $< 0,3$ para un conjunto de carga ligero, al que el cable presenta una vida útil de al menos el 75 % del vida útil máxima, fijar el número de ciclos de carga crítico al 75 % o más del número de ciclos de carga, al que se alcanza el intervalo de resistencia a la fatiga.

- 30 El aparato elevador, en el que se usa el dispositivo, es en particular una grúa, por ejemplo, configurada en forma de una grúa giratoria de torre o de una grúa móvil tal como por ejemplo una grúa de pluma telescópica, pudiendo estar formado al menos un cable de elevación de la grúa, en el que está colocado un medio de recepción de carga tal como un gancho de carga, por el cable de fibras altamente resistentes. Sin embargo, el aparato elevador puede estar configurado también en forma de otras grúas tal como por ejemplo una grúa portuaria o una grúa marítima o en forma de un ascensor de cargas o de personas o de otros transportadores de personas o de cargas, tal como por ejemplo un teleférico o un telesilla.

- 35 Ventajasamente, el aparato elevador puede presentar un conjunto de cables de fibras altamente resistentes que comprende una pluralidad de cables de fibras altamente resistentes para diferentes condiciones de utilización del aparato elevador, presentando los cables de fibras todos en cada caso un núcleo de cable y una cubierta de cable, que según lo previsto se desgasta más rápidamente que el núcleo de cable, presentando los cables de fibras además los mismos diámetros de cable, los mismos diámetros de núcleo de cable, los mismos grosores de cubierta, las mismas disposiciones de haces de fibras, los mismos materiales de fibras y una misma resistencia a la tracción del cable, presentando las cubiertas de cable de los cables de fibras diferentes coeficientes de absorción de luz del día, presentando un cable de fibras previsto para condiciones de utilización de desgaste más intenso una cubierta de cable con un coeficiente de absorción de luz del día mayor que un cable de fibras previsto para condiciones de utilización de menor desgaste, y estando configurado el dispositivo de adaptación para ajustar el número de ciclos de carga crítico mediante el cable de fibras incorporado en cada caso del conjunto de cables de fibras y el coeficiente de absorción de luz del día detectado en cada caso.

- 50 La invención se explicará a continuación más detalladamente mediante un ejemplo de realización preferido y los dibujos asociados. En los dibujos muestran:

la figura 1: una representación de un conjunto de cables con tres cables de fibras altamente resistentes con diferentes coeficientes de absorción de la luz del día y grados de claridad/oscuridad y de este modo diferentes velocidades de desgaste implicadas,

- 55 la figura 2 y la figura 3: en cada caso una vista lateral de un cable de fibras altamente resistentes con una envoltura trenzada, estando representada en la figura 2 la cubierta de cable sin daños por desgaste y en la figura 3 con un daño, y

la figura 4: una representación esquemática de un dispositivo para determinar la madurez de reemplazo y sus componentes, que posibilitan para la determinación de la madurez de reemplazo una detección óptica de la cubierta de cable y un recuento de ciclos de carga.

5 Como muestra por ejemplo la figura 3, el cable de fibras altamente resistentes comprende un núcleo de cable 11, que puede estar trenzado o pegado a partir de cordones 4, que están compuestos a su vez por fibras sintéticas altamente resistentes o al menos comprenden tales fibras sintéticas altamente resistentes, por ejemplo fibras de aramida o fibras de HPMA, fibras de HMPE u otros de los tipos de fibra mencionados al principio, pudiendo estar compuesto dicho núcleo de cable 11 por fibras de un tipo de fibra o fibras de diferentes tipos de fibra.

10 La envoltura 2 rodea dicho núcleo de cable 11 y puede asentarse directamente sobre dicho núcleo de cable o dado el caso estar separado del mismo mediante una capa intermedia. Dicha envoltura 2 puede formar en particular la cubierta externa del cable 1. El núcleo de cable 11 puede asumir toda la capacidad portante indicada del cable 1. La envoltura 2 actúa además solo a modo de refuerzo, en particular como protección para el núcleo de cable 11 y como indicador de desgaste.

15 A este respecto, dicha envoltura 2 puede estar compuesta por una única capa de cubierta o también comprender varias capas de cubierta, que están dispuestas unas sobre otras.

Como muestran las figuras, dicha envoltura 2 puede comprender cordones 3, que están trenzados entre sí para dar la envoltura 2 y pueden estar compuestos en cada caso por fibras sintéticas altamente resistentes o pueden presentar al menos tales fibras sintéticas altamente resistentes.

20 En particular, dichos cordones 3 de la envoltura 2 pueden estar formados por diferentes fibras sintéticas de diferente resistencia a la abrasión y/o a la tracción y/o diferentes materiales de trabajo.

25 En la figura 3 se representa un desgaste de cubierta de la envoltura 2, que puede estar condicionado por ejemplo por la tracción de cable, en particular la desviación del cable alrededor de la polea de cable, los cambios de flexión en el recorrido del cable, la fricción del cable sobre el tambor durante el bobinado y también la sollicitación en el caso de un arrollamiento de múltiples capas sobre el tambor, en el que las secciones de cable de una capa superior amenazan con entallarse entre las secciones de cable de una capa inferior.

La figura 1 muestra el cable 1 con envoltura 2 y cordones 3 de la envoltura en diferentes colores.

La figura 2 muestra el cable 1 con envoltura 2 todavía sin desgaste visible de los cordones individuales 3 de la cubierta. Grado del daño mostrado < 5 %.

30 La figura 3 muestra el cable 1, cuya envoltura está desgastada a lo largo de una sección parcial de aproximadamente 90° y los cordones 4 del cable portante se vuelven visibles. Grado del daño mostrado aproximadamente el 50 %.

35 Como muestra la figura 1, las cubiertas de cable 2 de diferentes cables de fibras altamente resistentes están teñidas con diferente claridad o están configuradas para implementar diferentes coeficientes de absorción de luz de la cubierta de cable. La vista parcial (a) de la figura 1 muestra una cubierta de cable teñida oscura para conjuntos de carga pesados, que presenta un coeficiente de absorción de luz de más de 0,8 y por ejemplo puede estar configurada de gris oscuro a negro, al estar depositados pigmentos de color negro en una cantidad correspondiente en los haces de fibras o las propias fibras. Mediante el calentamiento correspondientemente intenso de la cubierta de cable bajo irradiación de luz solar y calentamiento de temperatura correspondiente de la cubierta de cable, esta puede estar diseñada por ejemplo para desgastarse tras 3 años, para indicar la madurez de reemplazo.

40 La vista parcial (b) de la figura 1 muestra una cubierta de cable 2 teñida medio oscura o medio clara del cable de fibras altamente resistentes con un coeficiente de absorción de luz de desde 0,4 hasta 0,7 y/o un color gris medio. El cable de fibras altamente resistentes con una cubierta de cable medio clara/medio oscura de este tipo puede servir por ejemplo para un conjunto de carga normal y desgastarse con la cubierta de cable a aproximadamente 5 años.

45 La vista parcial (c) de la figura 1 muestra finalmente un cable de fibras con una cubierta de cable clara, cuyo coeficiente de absorción de luz puede ascender por ejemplo a menos de 0,4. Con una cubierta de cable clara de este tipo, el desgaste de cubierta puede iniciarse solo tras alcanzar de 8 a 9 años o alcanzar una medida que indique la madurez de reemplazo. Un cable de este tipo puede estar previsto según lo previsto para un conjunto de carga ligero.

50 La figura 4 muestra más detalladamente un dispositivo para la determinación de la madurez de reemplazo. En particular, por medio de una unidad de detección óptica 12, por ejemplo, una cámara 13, puede detectarse una imagen real del cable, que se compara entonces por medio de una unidad de evaluación automática o semiautomática que comprende una unidad de evaluación de imágenes 14 ópticamente con las representaciones de referencia almacenadas en una memoria de imágenes de referencia 15, para detectar y categorizar los daños que pueden verse en la imagen real.

La unidad de evaluación puede sumar entonces los daños individuales de la manera mencionada al principio y dado el caso emitir una señal de madurez de reemplazo. Como muestra la figura 4, dicho dispositivo para detectar la madurez de reemplazo puede estar integrado en un aparato elevador, en particular en una grúa 21 y su control de grúa.

- 5 Como muestra la figura 4, la unidad de evaluación de imágenes 14 puede comprender medios de evaluación de contorno 14a, que pueden determinar engrosamientos de cable debido a rajaduras de la cubierta de desgaste y/o adelgazamientos en zonas, en las que la cubierta de cable 2 está desgastada y/o falta, y/u otras modificaciones de contorno tales como ondulaciones, que aparezcan con respecto al estado teórico del contorno de cable.

- 10 Además, la unidad de evaluación de imágenes 14 puede comprender medios de evaluación de patrones de color 14b, que mediante una comparación de imágenes pueden determinar modificaciones del patrón de color, que muestra el cable en la imagen tomada, y a partir de ello determinar la madurez de reemplazo.

- 15 Además, dicha unidad de evaluación de imágenes 14 puede comprender también medios de evaluación de porcentajes de superficie de color 14c, que en una imagen detectada del cable 1 pueden determinar el porcentaje de superficie de un respectivo color, que ocupa el color en la superficie total del cable 1. Si por ejemplo la cubierta de desgaste 2 del cable 1 presenta rayas negras-blancas-grises, siendo las anchuras de las rayas iguales de grandes, de modo que cada color ocupa un tercio de la superficie total, dicho medios de evaluación de porcentajes de superficie de color 14c pueden determinar un desgaste de las fibras o los cordones blancos y un daño asociado con ello del cable 1, cuando el porcentaje de superficie de dichas fibras o cordones blancos con respecto al valor teórico del 33 % disminuye hasta por ejemplo menos del 25 % o menos del 15 %.

- 20 Dichos medios de evaluación de porcentajes de superficie de color 14c pueden determinar también la aparición de un nuevo color y su porcentaje de superficie. Por ejemplo, si el núcleo de cable 11 de otro color aparece debido al desgaste de la cubierta de desgaste 2, pueden aparecer por ejemplo manchas rojas en el patrón de color negro-blanco-gris mencionado anteriormente, de modo que los medios de evaluación de porcentajes de superficie de color 14c puedan determinar un daño, cuando el porcentaje de superficie de las manchas roja supere una medida predeterminada.

- La unidad de evaluación de imágenes 14 puede comprender en un perfeccionamiento ventajoso de la invención también medios de evaluación del estiramiento 14d, que pueden determinar un estiramiento Δl del cable de fibras altamente resistentes 1 y/o de su cubierta de desgaste 2 mediante una comparación de la imagen de cable actual con una imagen de referencia almacenada. En particular, dichos medios de evaluación del estiramiento 14d pueden identificar y determinar la separación l de puntos de patrón de color y/o de patrón de píxeles predeterminados en la dirección longitudinal del cable de fibras 1 entre sí y/o en la dirección transversal del cable de fibras entre sí, véase la figura 4, y compararla con un valor teórico, que puede determinarse a partir de la imagen del cable de fibras en el estado original o estado teórico, y/o un desarrollo conocido, para poder determinar un estiramiento del cable en la dirección longitudinal y/o la dirección transversal. Por ejemplo, si el cable 1, en particular su cubierta de desgaste 2, está dotada de cordones rojos o de otro color 3, que pueden estar incorporados por ejemplo en forma de espiral en la cubierta 2, estas fibras o cordones rojos tienen en la imagen del cable de fibras 1 una distancia predeterminada l entre sí. Si el cable experimenta debido a un envejecimiento y/o un daño un estiramiento excesivo, esto se manifiesta en un aumento de la distancia Δl correspondiente de las tiras rojas, mediante el que puede reconocerse la madurez de reemplazo o el daño, véase la figura 4.

- 40 La unidad de detección 12 para detectar el estado real del cable de fibras altamente resistentes 1 puede presentar también un sistema de sensores 16 para detectar sensorialmente el estado real del núcleo de cable 11 y/o de la cubierta de cable 2, para dado el caso alternativa o adicionalmente a la detección óptica del estado de la cubierta de desgaste 2 poder detectar el estado real del núcleo de cable 11 y/o de la cubierta de cable 2 de otra manera. Este sistema de sensores 16 puede comprender ventajosamente un contador de conjunto de carga y/o determinar varios parámetros del núcleo de cable 11 y/o de la cubierta de cable 2, para en el caso de modificaciones predeterminadas de uno o varios parámetros de núcleo de cable y/o de cubierta de cable asumir un daño.

- Ventajosamente, el dispositivo se adapta en cuanto a su determinación de la propia madurez de reemplazo al cable usado en cada caso y su coeficiente de absorción de luz. Para ello, dicha unidad de detección 12 puede presentar medios de detección para detectar el coeficiente de absorción de luz de la cubierta de cable, que comprenden por ejemplo medios de determinación del contraste, que comparan una imagen detectada de la cubierta de cable en cuanto a la claridad de la cubierta de cable con una imagen de referencia y determinan la claridad/oscuridad de la cubierta de cable.

- Mediante la claridad/oscuridad del cable determinada, un módulo de adaptación de la unidad de determinación puede modificar por ejemplo el número de ciclos de carga crítico, que cuando se alcanza el contador de conjunto de carga emite la señal de madurez de reemplazo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para determinar la madurez de reemplazo de un cable de fibras altamente resistentes (1), que presenta un núcleo de cable (11), que comprende fibras o cordones sintéticos altamente resistentes (4), así como una cubierta de cable indicadora del desgaste (2), que rodea el núcleo de cable (11), con medios de detección ópticos (12) para detectar la imagen de daño de la cubierta de cable (2) y/o un contador de conjunto de carga para determinar los ciclos de carga, a los que se somete el cable de fibras altamente resistentes (1), y una unidad de detección para detectar el coeficiente de absorción de luz y/o el grado de reflexión de la cubierta de cable (2), caracterizado porque un dispositivo de adaptación para adaptar el algoritmo, con cuya ayuda se determina la madurez de reemplazo, en función del coeficiente de absorción de luz detectado y/o del grado de reflexión detectado está previsto y configurado para modificar el número de ciclos de carga crítico, que cuando se alcanza se emite una señal de madurez de reemplazo, en función del coeficiente de absorción de luz detectado y/o del grado de reflexión detectado, de tal manera que en el caso de un grado de absorción de luz mayor se ajusta más bajo el número de ciclos de carga crítico que en el caso de un coeficiente de absorción de luz comparativamente más bajo.
2. Dispositivo según la reivindicación anterior, estando configurada la unidad de detección para detectar pigmentos negros y/o blancos y/u otros pigmentos de absorción de luz, con los que están teñidos las fibras y/o los haces de fibras de la cubierta de cable (11), y/o determinar su cantidad, y determinar el coeficiente de absorción de luz y/o grado de reflexión de la cubierta de cable (2) mediante los pigmentos negros y/o blancos y/u otros pigmentos de absorción de luz detectados y/o su cantidad detectada.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, estando configurado el dispositivo de adaptación para, en el caso de la determinación de una cubierta de cable (2) configurada oscura, ajustar un número de ciclos de carga crítico más bajo y, en el caso de la determinación de una cubierta de cable (2) configurada más clara, ajustar un número de ciclos de carga crítico más alto.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, estando configurado el dispositivo de adaptación para, en el caso de la determinación de un coeficiente de absorción de luz a $> 0,6$ o a $> 0,75$ para un conjunto de carga pesado, al que el cable de fibras (1) presenta una vida útil de menos del 50 % de la vida útil máxima, que presenta el cable de fibras en el caso de la solicitud con un conjunto de carga que guía al intervalo de resistencia a la fatiga de Wöhler, fijar el número de ciclos de carga crítico a menos del 50 % del número de ciclos de carga, al que se alcanza el intervalo de resistencia a la fatiga, y, en el caso de la determinación de un coeficiente de absorción de luz de $< 0,4$ o $< 0,3$ para un conjunto de carga ligero, al que el cable presenta una vida útil de al menos el 75 % de la vida útil máxima, fijar el número de ciclos de carga crítico al 75 % o más del número de ciclos de carga, al que se alcanza el intervalo de resistencia a la fatiga.
5. Aparato elevador, en particular grúa, con un cable de fibras altamente resistentes (1), que presenta un núcleo de cable (11), que comprende fibras o cordones sintéticos altamente resistentes (4), así como una cubierta de cable indicadora del desgaste (2), que rodea el núcleo de cable (11), así como con un dispositivo para determinar la madurez de reemplazo de un cable de fibras altamente resistentes (1), que está configurado según una de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Aparato elevador según la reivindicación anterior, que está configurado como grúa, en particular en forma de una grúa giratoria de torre o de una grúa de pluma telescópica, estando formado al menos un cable de elevación de la grúa, en el que está colocado un medio de recepción de carga tal como un gancho de carga, por el cable de fibras altamente resistentes (1).
7. Aparato elevador según una de las dos reivindicaciones anteriores, estando previsto un conjunto de cables de fibras altamente resistentes que comprende una pluralidad de cables de fibras altamente resistentes (1) para diferentes condiciones de utilización del aparato elevador, presentando los cables de fibras (1) todos en cada caso un núcleo de cable (11) y una cubierta de cable (2), que según lo previsto se desgasta más rápidamente que el núcleo de cable (11), presentando los cables de fibras (1) además los mismos diámetros de cable, los mismos diámetros de núcleo de cable, los mismos grosores de cubierta, las mismas disposiciones de haces de fibras, los mismos materiales de fibras y una misma resistencia a la tracción del cable, presentando las cubiertas de cable (2) de los cables de fibras (1) diferentes coeficientes de absorción de luz del día, presentando un cable de fibras previsto para condiciones de utilización de desgaste más intenso una cubierta de cable con un coeficiente de absorción de luz del día mayor que un cable de fibras (1) previsto para condiciones de utilización de menor desgaste, y estando configurado el dispositivo de adaptación para ajustar el número de ciclos de carga crítico mediante el cable de fibras incorporado en cada caso a partir del conjunto de cables de fibras y del coeficiente de absorción de luz del día detectado en cada caso.
8. Uso de al menos un cable de fibras altamente resistentes (1) a partir de un conjunto de cables de fibras que comprende una pluralidad de cables de fibras altamente resistentes (1) para diferentes condiciones de utilización en un dispositivo de elevación, en particular en una grúa tal como una grúa móvil o grúa giratoria

5 de torre, usándose un cable de fibras (1), que presenta una cubierta de cable con un coeficiente de absorción de luz del día comparativamente más alto, en un dispositivo de elevación, en particular una grúa telescópica móvil, con condiciones de utilización de desgaste más intenso, y/o usándose un cable de fibras (1), que presenta una cubierta de cable con un coeficiente de absorción de luz del día comparativamente más bajo, en un dispositivo de elevación, en particular una grúa giratoria de torre, con condiciones de utilización de menor desgaste, estando configurado dicho dispositivo de elevación en cada caso como aparato elevador según una de las reivindicaciones 5 a 7 y determinándose la madurez de reemplazo del cable de fibras (1) usado en cada caso mediante el dispositivo para determinar la madurez de reemplazo en dicho aparato elevador.

10

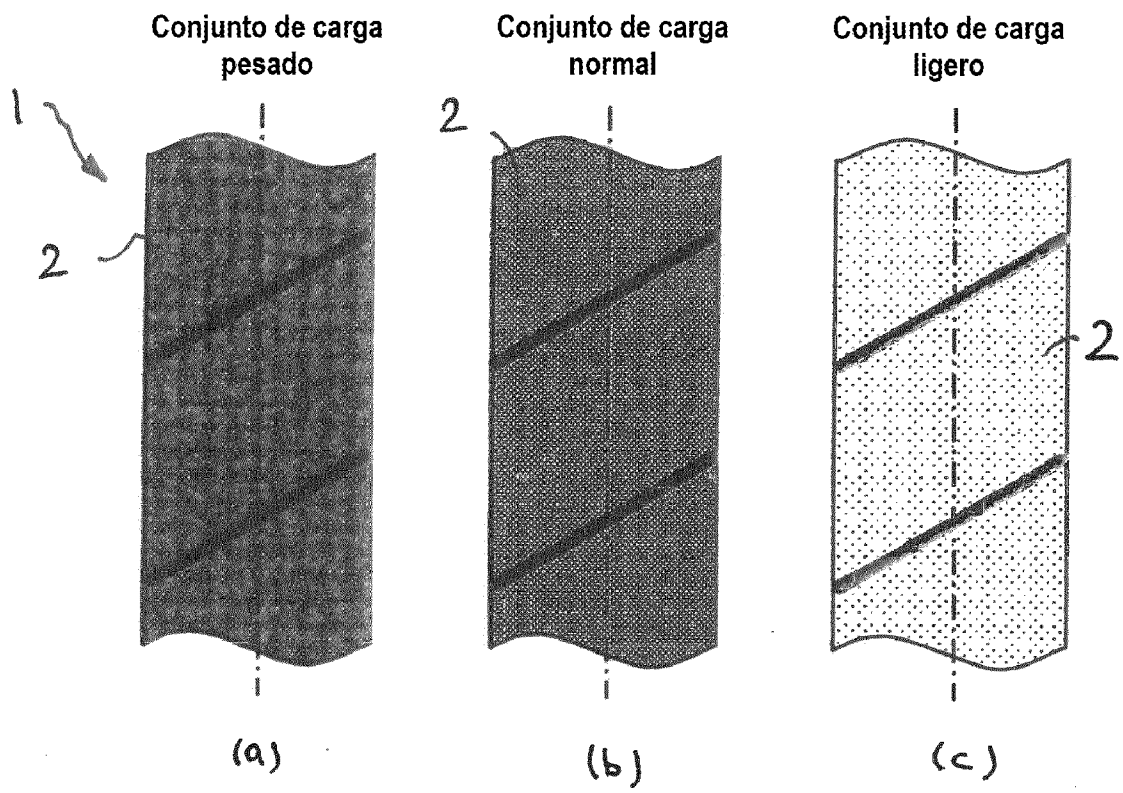


Fig. 1

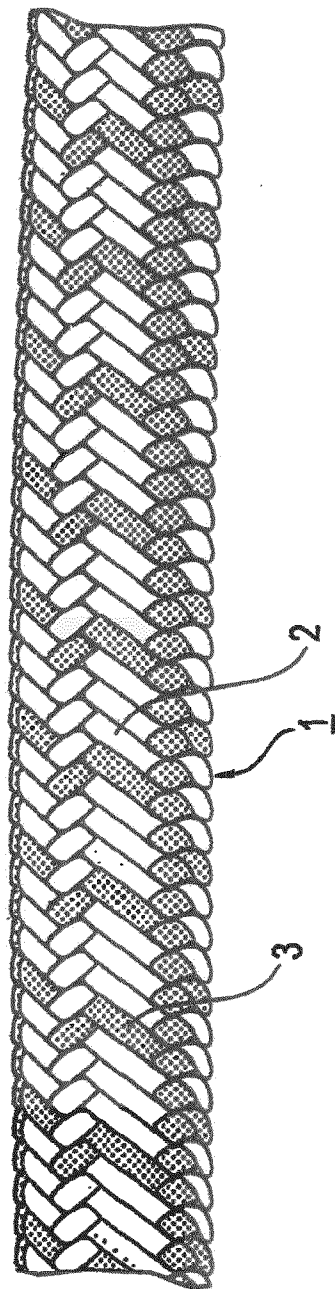


Fig. 2

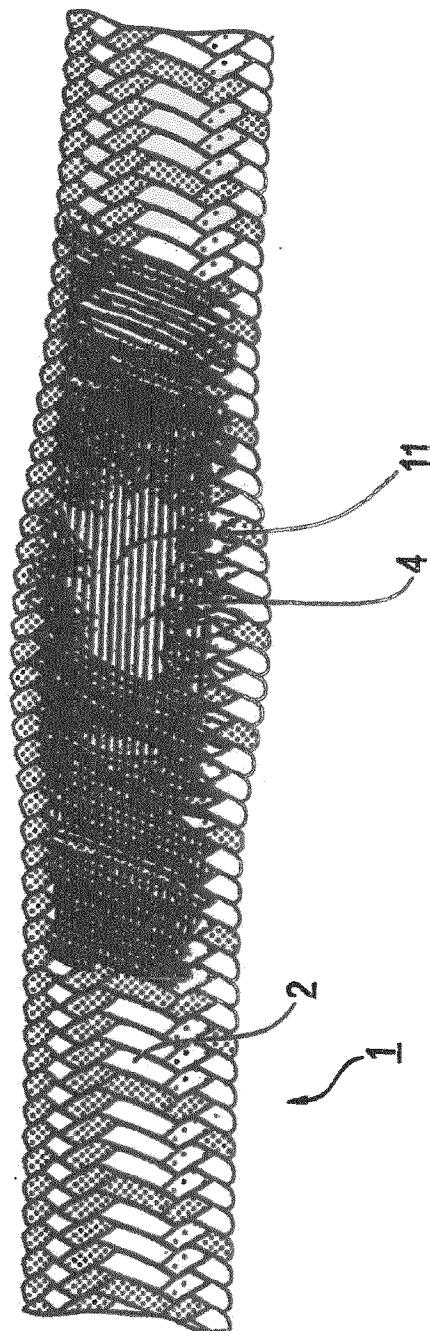


FIG. 3

