

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 278**

51 Int. Cl.:

B29C 59/02 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

B29C 59/04 (2006.01)

B44B 5/00 (2006.01)

B44B 5/02 (2006.01)

B29C 39/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2004 E 04816228 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 1667836**

54 Título: **Herramienta y procedimiento para la generación de una superficie microestructurada**

30 Prioridad:

01.10.2003 DE 10346124

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

25.11.2013

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**STENZEL, VOLKMAR;
KAUNE, MARTIN y
DA SILVA BRANCO CHETA, MARTA, RAQUEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 431 278 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

Herramienta y procedimiento para la generación de una superficie microestructurada

La invención se refiere a una herramienta para la generación de una superficie microestructurada así como a un procedimiento para la generación de una superficie al menos parcialmente microestructurada.

5 Cada vez son más necesarias las superficies microestructuradas para funciones especiales. En el presente documento se han mencionar, a modo de ejemplo, superficies con estructura de hoja de loto o superficies favorecidas en cuanto al flujo. Los productos que se pueden optimizar con superficies favorecidas en cuanto al flujo, denominadas "nervadas" (riblet) con respecto a velocidad y consumo de energía son básicamente objetos que, por un lado, se mueven por sí mismos, tales como, por ejemplo, aviones, vehículos sobre carriles, automóviles, barcos o
10 incluso palas de rotor de turbinas eólicas y, por otro lado, objetos alrededor de los cuales o a través de los cuales ha de tener lugar un movimiento, tales como, por ejemplo, tuberías. Adicionalmente, las superficies microestructuradas sirven para reducir ensuciamientos o incrustaciones (particularmente en barcos).

Tales estructuras superficiales se generan con frecuencia mediante procedimientos de extrusión o gofrado como láminas que, a continuación, se adhieren sobre la respectiva pieza de trabajo. Este procedimiento tiene las
15 siguientes desventajas:

- La adhesión de una lámina sobre áreas doblemente curvadas (por ejemplo, sobre planos sustentadores de aviones o rotores para turbinas eólicas) es de difícil a imposible.
- La adhesión se puede desprender durante el funcionamiento.
- Una lámina ejerce un peso adicional sobre la pieza de trabajo. Esto contrarresta el ahorro pretendido de
20 energía, por ejemplo, en el caso de superficies favorecidas en cuanto al flujo en vehículos.
- Adicionalmente, una lámina también consume un volumen, lo que en el caso de tuberías conduce a un volumen interno disminuido o una necesidad de un volumen externo aumentado.

Para la estructuración de láminas son conocidos procedimientos de gofrado que gofran láminas o materiales de tipo lámina en máquinas estacionarias. De este modo, Reiner Mehnert, A. Sobottka y Ch. Elsner en "Microstructured Polyacrylate Surfaces Generated by UV&EP Curing", Proc. RadTech Europe, 08.-10., Basel (2001) 603-608
25 desvelan un dispositivo en el que una lámina se conduce sobre un cilindro, cuya superficie está configurada como matriz. Al mismo tiempo que la impresión de la matriz en la lámina se endurece la (futura) superficie de la lámina haciendo pasar electrones o radiación UV a través de la lámina.

También se desvela un dispositivo similar en el documento DE 196 13 383 C1 en el que se hace pasar una banda de lámina de gelatina entre dos cilindros, comprendiendo uno de los cilindros una matriz en su superficie.
30

El documento EP 0 205 289 A1 desvela un procedimiento en el que se aplica, también a través de un cilindro, una microestructura sobre una lámina.

Los tres procedimientos o dispositivos mencionados tienen en común que el material cuya superficie se ha de microestructurar tiene que ser flexible, de tal manera que se pueda conducir sobre el cilindro presionador. Ninguno
35 de estos documentos indica una posibilidad mediante la cual se pueda aplicar con un cilindro una microestructura sobre la superficie de un objeto rígido, inflexible, tal como, por ejemplo, una pieza constructiva de un vehículo. Particularmente, los dispositivos o procedimientos mencionados no proporcionan ningún indicio de cómo se podría o de que se puede prescindir de una lámina. Con ello, un gofrado (es decir, una microestructura) de áreas rígidas, doblemente curvadas, no es posible. Como dificultad adicional se añade que –en caso de que el gofrado esté asociado a un endurecimiento (parcial) simultáneo de la superficie que se puede microestructurar–, este
40 endurecimiento tiene que ocurrir irradiando la respectiva lámina, ya que el lado de la lámina que se puede microestructurar está oculto por la matriz y el cilindro que sustenta la misma. Un endurecimiento de este tipo no es posible de forma natural al microestructurar objetos de mayor tamaño, que no se pueden irradiar –tales como, por ejemplo piezas constructivas de vehículos–.

45 Para no tener que usar ninguna lámina, en el fondo sería apropiado estructurar directamente un barniz que se aplica, por ejemplo, sobre superficies de vehículos. Sin embargo, un gofrado del barniz todavía no endurecido mediante un breve contacto con una herramienta de gofrado no es posible sin más con una calidad suficiente para determinadas aplicaciones (por ejemplo, para una superficie favorable en cuanto al flujo), ya que los barnices en húmedo convencionales no ofrecen ninguna ventana temporal dentro de la cual el barniz todavía sea deformable y,
50 por otro lado, ya no fluya después del contacto con la herramienta de gofrado. Además, el barniz es extremadamente pegajoso en el estado no endurecido y al retirar la herramienta de gofrado permanece adherido a la misma, incluso si la energía superficial de la herramienta de gofrado es extremadamente reducida (por ejemplo, menor de 25 mN/M).

Se conocen procedimientos para la nano- y microestructuración de barnices, por ejemplo, para generar hologramas en la capa de barniz. De este modo, por ejemplo, el documento WO 00/30869 desvela un procedimiento para el
55 diseño decorativo de una superficie de sustrato barnizada, en el que un barniz que puede reticularse mediante radiación UV se endurece a través de una matriz mediante radiación UV.

También en el documento ya mencionado DE 196 13 383 C1 está desvelada una matriz que se puede irradiar; el endurecimiento de la superficie que se puede microestructurar se realiza mediante radiación UV a través de la matriz.

El documento WO 00/30869A también desvela un procedimiento para la microestructuración de una superficie.

5 Sin embargo, ninguno de los documentos mencionados desvela ningún indicio en cuanto a una herramienta con la que se puedan microestructurar grandes áreas y, eventualmente, doblemente curvadas, sin que se tengan que usar láminas o matrices extremadamente grandes o sin que se tengan que colocar y retirar una y otra vez matrices (de menor tamaño).

10 El documento US 2002/098257 A1 desvela una herramienta para la generación de una microestructura con un cilindro presionador. Sin embargo, no está desvelado que el cilindro presionador se podría trasladar sobre una superficie, de tal manera que la microestructuración de áreas grandes sería extremadamente compleja.

Por tanto, el objetivo de la presente invención era indicar una herramienta con la que fuese posible, con una complejidad reducida, aplicar una microestructura incluso sobre materiales inflexibles, que no se pueden irradiar y, a este respecto, particularmente sobre áreas de mayor tamaño.

15 De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve mediante una herramienta para la generación de una superficie microestructurada, que comprende:

- una matriz flexible con un negativo de la microestructura a generar
- un cilindro presionador que se puede trasladar sobre una superficie para presionar la matriz contra la superficie,

20 estando dispuestos el cilindro presionador y la matriz de tal manera que al trasladar el cilindro sobre la superficie, la matriz llega a un movimiento de rodadura entre el cilindro y la capa, de tal manera que el negativo de la matriz está dirigido hacia la superficie, y estando dispuesto un dispositivo para acelerar el endurecimiento de un material que puede endurecer de tal manera que al trasladar el cilindro presionador sobre la superficie acompaña su movimiento y actúa sobre una parte de la superficie.

25 A este respecto, por "generación de una superficie microestructurada" se ha de entender la generación de una topografía de la superficie que comprende esencialmente estructuras en el intervalo de 100 μm a 0,5 μm , preferentemente de 50 μm a 0,5 μm de separación entre sí y profundidad. En caso de que la generación se realice mediante moldeo (por ejemplo, gofrado), el error del moldeo (divergencia de la forma teórica) a este respecto es menor de 5 μm , preferentemente menor de 1 μm . Esta superficie puede ser parte de una capa especial sobre un sustrato (por ejemplo, un barniz sobre un plano sustentador de avión) o estar formada por el propio sustrato. La topografía mencionada se genera regularmente mediante gofrado y –en caso de que la superficie gofrada no tenga ya estabilidad dimensional– endurecimiento posterior.

35 Por un cilindro presionador "trasladable" se ha de entender un cilindro presionador cuyo centro de gravedad está en disposición de llevar a cabo un movimiento sobre una superficie que se puede microestructurar o un sustrato sobre el que se aplica una superficie de este tipo. Por consiguiente, por una "traslación" del cilindro sobre una superficie se ha de entender el movimiento del centro de gravedad de este cilindro a lo largo de la superficie mencionada, moviéndose con rodadura el cilindro.

Por endurecimiento se ha de entender, en el ámbito del presente texto, un endurecimiento al menos parcial.

40 La ventaja de un dispositivo para el endurecimiento de un material que puede endurecer consiste en que durante su uso –presuponiendo la adaptación del material que puede endurecer usado (por ejemplo, un sistema de barniz) al mecanismo de acción del dispositivo– se reduce o incluso se evita, mediante el endurecimiento, un flujo del material que puede endurecer en el que se ha introducido la microestructura a través de la matriz.

45 Las Figuras 1 a 5, que se pormenorizarán más adelante aún con detalle, representan respectivamente una representación esquemática de una herramienta de acuerdo con la invención, siendo la fuente de luz (5, 5a) dibujada respectivamente opcional, es decir, representa un ejemplo de un dispositivo para el endurecimiento de un material que puede endurecer. Por consiguiente, por ejemplo, es posible que la matriz (a) se conduzca en forma de una cinta sin fin alrededor de solamente un cilindro (Figura 1), dos (Figura 2) o tres (compárese, por ejemplo, con la Figura 3) y más cilindros o (b) en forma de una cinta de un solo paso adaptada, por ejemplo, a la longitud del área a microestructurar (particularmente para la generación de patrones de microestructura que no se repiten idénticamente) sobre dos (compárese con la Figura 4) o más de dos cilindros, desenrollándose la cinta de un solo paso, por ejemplo, de un primer cilindro y enrollándose en un segundo cilindro. El experto hallará de forma sencilla otras posibilidades de diseño de la herramienta de acuerdo con la invención.

55 Para la configuración de la herramienta de acuerdo con la invención es importante la selección de un material de matriz adecuado. Este material debería poder reproducir de forma exacta estructuras en el intervalo de menos de 20 micrómetros, preferentemente menos de 5 micrómetros, a su vez preferentemente de 1 micrómetro, debería

5 presentar, preferentemente, en el estado endurecido una reducida energía superficial de ≤ 30 mN/m, preferentemente ≤ 25 mN/m y, por ello, no generar con un barniz que endurece fuerzas intensas de adhesión y debería poseer, preferentemente, una dureza Shore de 25 a 50, preferentemente de 25 a 40, de forma particularmente preferente de aproximadamente 27 o aproximadamente 36. La elasticidad asociada a estas durezas Shore es particularmente adecuada para el procedimiento de microestructuración. Un aumento de la dureza Shore conduce con frecuencia a resultados claramente peores de la microestructura, ya que la disminución de la elasticidad conduce, particularmente, a un empeoramiento de la microestructura de superficies curvadas. Una disminución de la dureza Shore por debajo de los valores indicados conduce asimismo con frecuencia a un empeoramiento de la microestructura, ya que por ello la fuerza necesaria para el moldeo (gofrado) ya no se transmite igual de bien sobre la superficie que se puede microestructurar.

10 Para formas de realización preferentes, el material de matriz es transparente y posee solo una reducida absorción en el intervalo de longitud de onda de la radiación usada, particularmente de luz UV, o posee una elevada conductividad térmica para transmitir energía térmica a la superficie que se puede microestructurar, preferentemente sin deformarse a este respecto el mismo.

15 No será difícil para el experto, a través de a las propiedades requeridas, seleccionar también material para matrices que no se menciona de forma explícita en el ejemplo mencionado más adelante. Lo mismo se cumple para la elasticidad del material de los cilindros presionadores, que el experto puede adaptar con facilidad a la del material de matriz y las propiedades de las superficies que se pueden microestructurar (por ejemplo: a los radios de curvatura, incluso con superficies curvadas varias veces, o a las propiedades de endurecimiento en el caso de un barniz).

20 Se prefiere, en particular en relación con el material de matriz descrito en la presente solicitud, un material de superficie para los cilindros presionadores, cuya dureza Shore es de 20 a 50. A su vez, preferentemente, los cilindros presionadores poseen un diámetro de 10 a 50 cm y/o una longitud de 20 a 100 cm.

25 Una ventaja esencial de una herramienta de acuerdo con la invención es que permite un mecanizado sin problemas y continuo de superficies. Particularmente con la selección de un material adecuado de matriz y/o cilindro presionador es adecuado para estructurar también superficies curvadas, incluso curvadas varias veces. De este modo se pueden microestructurar, por ejemplo, estructuras grandes tales como aviones o vehículos sobre carriles o partes de los mismos incluso en zonas de áreas doblemente curvadas. La herramienta de acuerdo con la invención, particularmente una con un material de superficie para el cilindro presionador con una dureza Shore de 20 a 50 y preferentemente con un cilindro presionador con un diámetro de 10 a 50 cm y/o una longitud de 20 a 100 cm, por tanto, es particularmente ventajosa para la microestructuración de superficies o secciones de superficies de aviones, particularmente de sus planos sustentadores y fuselaje, de vehículos sobre carriles, particularmente carrocerías de locomotoras y vagones, automóviles, barcos, particularmente sus cascos y hélices accionadoras, instalaciones de energía eólica, particularmente sus palas de rotor, turbinas, particularmente sus palas de rotor y estator, y de superficies internas de tubos, particularmente para tuberías. Las desventajas que se han descrito al principio de los procedimientos convencionales para adherir las superficies o las secciones de superficie que se acaban de mencionar, por tanto, se pueden evitar o reducir.

35 Las superficies curvadas varias veces, en el contexto del presente texto, son aquellas superficies que no se pueden cubrir sin pliegues con una lámina continua, que se puede extender en plano, microestructurada según el estado de la técnica con contacto con toda la superficie.

40 Por norma general también es esencial para una microestructura exitosa la elección de un sistema adecuado de material que puede endurecer, por ejemplo, un sistema de barniz. Este debería ofrecer, de forma ideal, una ventana temporal dentro de la cual todavía se pueda deformar el barniz y, por otro lado, ya no fluya después del contacto con la matriz. Al mismo tiempo, el barniz no debería ser tan pegajoso que, al retirar la matriz, quede adherido a la misma. Ya que un sistema de barniz ideal de este tipo solo se puede llevar a la práctica técnicamente con dificultad incluso aunque sea aproximadamente, con frecuencia se recurrirá a sistemas de barniz que no presenten las propiedades ideales descritas. Es decisivo que el barniz bajo la matriz endurezca hasta que ya no esté adherido a la misma y ya no fluya después del desprendimiento de la matriz. Esto se puede conseguir también usando un sistema de barniz que presenta una reacción de reticulación inducida por haz de rayos o térmicamente, mediante la cual puede reticular completa o parcialmente el barniz incluso debajo de la matriz. Tales sistemas de barniz son particularmente adecuados para el uso con formas de configuración preferentes de la herramienta de acuerdo con la invención (compárese más adelante).

50 En una forma de realización preferente de una herramienta de acuerdo con la invención, un cilindro (cilindro retirador) está equipado de tal manera que, al trasladar la herramienta sobre la superficie, retira de nuevo la matriz.

55 Son ventajas esenciales de una herramienta de acuerdo con la invención preferente de este tipo que las fuerzas de cizalla que aparecen debido a la redondez del cilindro retirador refuerzan un desprendimiento de la matriz de la superficie que se puede microestructurar y que, por norma general, ya no es necesario ningún procedimiento de retirada independiente para la matriz.

Preferentemente, un dispositivo que se ha mencionado anteriormente para la aceleración del endurecimiento

comprende una lámpara y/o un equipo calefactor para irradiar y/o calentar la superficie que se puede microestructurar.

A este respecto es particularmente preferente que el dispositivo para acelerar el endurecimiento sea una fuente de luz UV, ya que están disponibles particularmente muchos barnices que pueden endurecer con UV y una irradiación con luz (UV) es fácil de manejar.

Es muy particularmente preferente una herramienta de acuerdo con la invención en la que el dispositivo para acelerar el endurecimiento esté colocado de tal manera que el endurecimiento del material que puede endurecer sobre la superficie que se puede microestructurar se realice irradiando o calentando la matriz. Por ello, el endurecimiento tiene lugar durante el funcionamiento incluso mientras que la matriz todavía está introducida a presión en la superficie que se puede microestructurar, de tal manera que se puede excluir un flujo de la microestructura después de la retirada de la matriz con un manejo apropiado y se puede evitar una adhesión a la matriz del material que puede endurecer.

Preferentemente, la herramienta de acuerdo con la invención preferente para microestructurar una superficie se usa con un sistema de barniz que endurece puramente mediante radiación o que endurece puramente de forma térmica o con un sistema que representa una combinación de (a) endurecimiento térmico y por radiación o (b) otro mecanismo de endurecimiento y (i) endurecimiento por radiación o (ii) endurecimiento térmico. En este contexto es muy particularmente preferente un denominado sistema de barniz de doble curación de dos componentes, que posee una mezcla de dos mecanismos distintos de endurecimiento:

1. endurecimiento UV (polimerización radicalica / an-, catiónica)
2. reticulación de poliisocianato (poliadición).

A partir de esto resultan las siguientes ventajas adicionales para la introducción mediante gofrado de la microestructura:

1. está garantizado que se realice la capa de barniz de doble curación incluso en la región de zonas de sombra en el caso del endurecimiento mediante luz UV
2. existe la posibilidad de barnizar por completo un sustrato (pieza constructiva) y estructurar posteriormente zonas específicas de la pieza constructiva (barnizado monocapa)
3. se consigue gracias al producto de poliadicción en el sistema de barniz una adhesión particularmente buena al sustrato.

Más adelante, en el ejemplo, está indicada una formulación ilustrativa para un sistema de barniz de este tipo.

Una herramienta de acuerdo con la invención y, particularmente, sus formas de realización preferentes comprenden preferentemente un dispositivo para la aplicación del material que puede endurecer sobre un sustrato o sobre la matriz. Con un dispositivo de este tipo es posible de modo particularmente fácil, dependiendo de las propiedades del material que puede endurecer, que debe formar la microestructura (por ejemplo, un barniz), ajustar la microestructuración al procedimiento de endurecimiento del material que puede endurecer. De este modo es posible transferir el material que puede endurecer sobre la matriz y aplicar el mismo mediante la matriz sobre un sustrato. Como alternativa puede ser razonable aplicar el material que puede endurecer directamente sobre el sustrato y ponerlo en contacto entonces preferentemente de forma próxima en el tiempo con la matriz. De este modo, en ambas alternativas se pone a disposición en primer lugar una superficie que se puede microestructurar (mediante el material aplicado). A este respecto, en el presente texto se ha de entender por próximo en el tiempo un intervalo de tiempo que es más corto que el respectivo tiempo de endurecimiento para el endurecimiento completo (no solo parcial) del respectivo material que puede endurecer, que ha de formar la microestructura.

Otro aspecto de la invención se refiere al uso de las herramientas que se han descrito anteriormente para la generación de una superficie microestructurada. Gracias al uso de una herramienta de acuerdo con la invención para la generación de una superficie microestructurada se pueden producir superficies favorecidas particularmente en cuanto al flujo y/o deflectoras de suciedad o incrustación, pudiéndose evitar o reducir las desventajas que se han descrito al principio para procedimientos convencionales de microestructuración. Con el uso de una herramienta de acuerdo con la invención para generar una superficie microestructurada se pueden conseguir, en particular, las ventajas descritas anteriormente en cuanto a formas de realización y aspectos preferidos de la herramienta de acuerdo con la invención.

Las herramientas de acuerdo con la invención (en particular en sus formas de realización preferentes) son particularmente adecuadas para un uso de este tipo, ya que con las mismas se pueden microestructurar grandes áreas en un procedimiento continuo, que pueden comprender incluso áreas doblemente curvadas. Esto se posibilita particularmente gracias a una selección adecuada del material de matriz y del material para el cilindro presionador. Además, la herramienta está diseñada preferentemente de tal manera que ejerce la presión necesaria para la microestructuración sobre el material que puede endurecer gracias a su propio peso. Sin embargo, la presión se puede generar también mediante una fuerza aplicada adicionalmente. Esta presión es particularmente necesaria para eliminar las burbujas de aire que se producen, eventualmente, en la capa límite entre la herramienta (matriz) y el material que se puede microestructurar.

Por el hecho de que la herramienta de acuerdo con la invención es trasladable, es posible seleccionar, gracias a la selección de la velocidad de avance, condiciones ventajosas de gofrado y/o endurecimiento para el material que puede endurecer respectivamente seleccionado que ha de llevar la microestructura. A este respecto, la traslación de la herramienta sobre la superficie que se puede microestructurar se puede realizar de forma continua o discontinua. Particularmente con el uso de un material adecuado de matriz, además, es posible la reutilización de la herramienta que, preferentemente, está diseñada de tal manera que la matriz es sustituible.

En formas de realización preferentes de la herramienta, mediante el dispositivo para acelerar el endurecimiento del material que puede endurecer se puede influir, al mismo tiempo, en el procedimiento de endurecimiento del material que puede endurecer mediante la herramienta, particularmente con la selección de un material correspondiente de matriz mediante exposición a través de la matriz.

Además, con el uso de acuerdo con la invención es posible el empleo de sistemas de barniz o resina como material que puede endurecer, que pueden endurecer solamente excluyendo el oxígeno. Estos sistemas de resina son, en algún aspecto, tecnológicamente superiores a los sistemas que pueden endurecer incluso al aire, por ejemplo, con radiación UV. Tales sistemas de barniz-resina dan lugar, en particular, a las siguientes ventajas:

- No se necesita ningún exceso de fotoiniciador, lo que representa una ventaja de precio y conduce a una mayor durabilidad de la película de barniz-resina.
- No se necesita ningún exceso de grupos reactivos (por ejemplo, enlaces dobles), lo que establece la posibilidad para la formulación de sistemas de barniz-resina sustancialmente más flexibles y menos quebradizos.
- Al excluir la inhibición por oxígeno, la película de barniz-resina, a diferencia de las técnicas convencionales, se reticula prácticamente por completo incluso directamente en la superficie, lo que conduce a una mejor resistencia a productos químicos y rayado.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la generación de una superficie microestructurada al menos parcialmente, que comprende las etapas:

- a) facilitación de una superficie que se puede microestructurar,
- b) facilitación de una herramienta de acuerdo con la invención (preferentemente en una de las configuraciones preferentes),
- c) microestructuración de la superficie mediante la herramienta.

Las configuraciones preferentes del uso de acuerdo con la invención se consideran correspondientes con respecto al procedimiento de acuerdo con la invención.

Preferentemente se lleva a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención mediante el uso de una herramienta de acuerdo con la invención, estando dispuesto un dispositivo para acelerar el endurecimiento del material que puede endurecer de tal manera que, durante la traslación del cilindro presionador sobre la superficie, acompaña su movimiento y actúa sobre una parte (preferentemente ya sobrepasada) de la superficie y, por ello, endurece la superficie que se puede microestructurar. Gracias a esto se puede garantizar que la microestructura no vuelva a fluir en el material que puede endurecer.

Es particularmente preferente un procedimiento de acuerdo con la invención, en el que el endurecimiento se realiza irradiando o calentando la matriz. En esta forma de proceder es posible endurecer la microestructura generada por la matriz de una superficie de un material que puede endurecer mediante irradiación o calentamiento *in situ*, de tal manera que no tiene lugar ya ningún flujo.

También se prefiere un procedimiento de acuerdo con la invención que comprende en la etapa b) la facilitación de una herramienta de acuerdo con la invención con un dispositivo para la aplicación del material de que puede endurecer sobre un sustrato o sobre la matriz y la aplicación de un material que puede endurecer sobre un sustrato o sobre la matriz mediante la herramienta, de tal manera que de acuerdo con la etapa a) se facilita una superficie que se puede microestructurar.

La ventaja de este procedimiento consiste en que se pueden ajustar la velocidad de traslación y la energía que se aporta por la herramienta de acuerdo con la invención particularmente preferente para el endurecimiento del material que puede endurecer en el mismo de forma óptima precisamente a este material (preferentemente un sistema de barniz). Además, la aplicación del material que puede endurecer (facilitación de la superficie que se puede microestructurar) y la microestructuración pueden tener lugar en un único procedimiento.

A continuación se explica la invención mediante ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas.

Representan:

- la Figura 1, una representación esquemática de una herramienta de acuerdo con la invención, en la que la matriz avanza como una cinta sin fin alrededor del cilindro presionador;
- la Figura 2, una representación esquemática de una herramienta de acuerdo con la invención, en la que la

- matriz avanza como una cinta sin fin alrededor de un cilindro presionador y otro cilindro (cilindro retirador);
- la Figura 3, una representación esquemática de una herramienta de acuerdo con la invención, en la que la matriz avanza como una cinta sin fin alrededor del cilindro presionador y dos cilindros adicionales, de los cuales hace de cilindro retirador;
- 5 la Figura 4, una representación esquemática de una herramienta de acuerdo con la invención, en la que la cinta de matriz se desenrolla del cilindro presionador y se enrolla sobre un cilindro retirador;
- la Figura 5, la representación esquemática de una herramienta de acuerdo con la invención, en la que la matriz se desenrolla de un cilindro, avanza sobre el cilindro presionador y un cilindro retirador y después se vuelve a enrollar;
- 10 la Figura 6, el espectro de transmisión del material de matriz, usado en el ejemplo, Elastosil EL M 4648;
- la Figura 7, la intensidad de irradiación espectral de la fuente de radiación UV usada en el ejemplo en comparación con un elemento irradiador de UV convencional.

Ejemplos de herramientas preferidas y acordes con la invención (Figuras 1-5):

- 15 En las Figuras 1-5 se usan referencias idénticas para elementos que se corresponden esencialmente entre sí en cuanto a su función.

La herramienta representada en la Figura 1 comprende un cilindro presionador 1 sobre el cual está aplicado una matriz 3 como cinta sin fin. Dentro del cilindro presionador se encuentra una fuente de luz y/o calor 5, que está colocada de tal manera que la energía emitida por la misma está en disposición de transmitirse a través del material del cilindro presionador sobre la matriz (en el caso de calor) o que está en disposición de irradiar la matriz (en el caso de luz). En el caso mencionado en último lugar, el material del cilindro tiene que presentar, para la longitud de onda emitida por la fuente de luz, un alto grado de transmisión.

20

Otra herramienta de acuerdo con la invención, tal como está representada en la Figura 2, comprende un cilindro presionador 1, una matriz 3 que, a su vez, está configurada como cinta sin fin y un cilindro 7 que al mismo tiempo hace de cilindro retirador. En el caso de una herramienta de esta disposición se puede colocar opcionalmente un medio de endurecimiento (por ejemplo, una fuente de luz) dentro de la cinta de matriz que gira o por encima de la cinta de matriz que gira.

25

La Figura 3 representa una herramienta de acuerdo con la invención con un cilindro presionador 1, una matriz 3, un cilindro 7 que al mismo tiempo hace de cilindro retirador y un cilindro 9 así como una fuente de exposición con un ajuste de separación 5a variable (opcional).

30

La Figura 4 representa otra forma de realización de una herramienta de acuerdo con la invención, en la que se desenrolla una matriz 3 con forma de cinta del cilindro presionador 1 y se enrolla sobre un cilindro 7 que al mismo tiempo hace de cilindro retirador.

La Figura 5 representa otra herramienta de acuerdo con la invención, en la que se desenrolla una matriz 3 con forma de cinta de un rodillo (no representado) o similares, se conduce sobre un cilindro presionador 1 y se retira por un cilindro retirador 7 a su vez de la superficie, antes de que se enrolle, a su vez, sobre un rodillo (no representado) o similares. Como en la Figura 4, la matriz no está diseñada como cinta sin fin.

35

La dirección de traslación se corresponde con la dirección de la flecha representada en la respectiva figura. Se puede colocar opcionalmente un dispositivo para acelerar el endurecimiento del material que puede endurecer (en parte no representado) por encima o entre los cilindros (cuando existe más de uno). Las herramientas de acuerdo con la invención también pueden estar diseñadas de tal manera que, dependiendo de la dirección de traslación, respectivamente el mismo cilindro puede actuar de cilindro presionador o retirador.

40

Ejemplo de producción de la herramienta y realización del procedimiento

Para una herramienta de acuerdo con la invención que se corresponde con la configuración de acuerdo con la Figura 3 incluyendo una fuente de exposición con ajuste variable de la separación, se produjo una matriz a partir de un material de acuerdo con el siguiente subapartado a) como cinta sin fin como se describe a continuación en b): la herramienta producida de este modo se usó tal como se describe en el subapartado e), microestructurándose mediante una lámpara UV (descrita en el subapartado d) un barniz (sistema de barniz compárese con el subapartado c)).

45

50 a) Material para la producción de la matriz:

Se usó una masa de moldeo de silicona de dos componentes, que endurece a base de poliadición de la empresa Wacker. En su caso se trata de la masa de moldeo de silicona de dos componentes transparente Elastosil EL M 4648 con una proporción de mezcla de 10 a 1 (componente A a componente B) de la empresa Wacker. El espectro de transmisión de Elastosil EL M 4648 está reproducido en fragmentos en la Tabla 1 y está reproducido en la Figura 6 en comparación con la masa de moldeo Elastosil EL M 4644 de la empresa Wacker.

55

Tabla 1: espectro de transmisión del material de matriz Elastosil EL M 4648

Longitud de onda [nm]	Transmisión [%]
200	0,05
250	2,69
300	7,93
350	18,36
400	31,64

b) Producción de la matriz

5 La matriz debía presentar la microestructura conocida, favorable en cuanto al flujo, que ya se ha probado para aviones comerciales. Con este fin se fabricaron copias en negativo de una lámina con la microestructura probada, moldeándose esta lámina con el material de silicona que se ha indicado anteriormente. Para garantizar un moldeo suficiente y una reducida tendencia a grietas de la matriz, se ajustó el grosor de la matriz a al menos 1 mm. A este respecto se procedió del siguiente modo:

- 10 - La lámina original (con la microestructura probada) se fijó sobre un fondo plano.
- La masa de moldeo de silicona que se ha mencionado anteriormente se mezcló inicialmente en la proporción de mezcla mencionada y se aireó mediante conjuntos de aparatos (en el presente documento, un disolvedor al vacío) previstos para ello.
- La masa de moldeo de silicona se aplicó sobre la lámina original en el grosor de capa que se ha mencionado anteriormente.
- 15 - El tiempo de endurecimiento ascendió al menos a 12 horas.
- Después del endurecimiento se retiró la matriz de silicona 3 que se produjo de este modo de la lámina original, se agrupó hasta dar una cinta sin fin y se agrupó hasta dar una herramienta con los demás constituyentes de una herramienta de acuerdo con la invención, tal como está reproducido esquemáticamente en la Figura 3.

20 En algunos casos se aireó la masa de moldeo de silicona mediante un dispositivo al vacío después de la aplicación de la masa de moldeo sobre la lámina original.

c) Material que puede endurecer

25 Para el caso de aplicación especial se desarrolló un denominado sistema de barniz de doble curación de dos componentes, es decir, como un sistema de barniz que puede endurecer a través de dos mecanismos diferentes de endurecimiento:

1. endurecimiento UV (polimerización radicalica / an- /, catiónica)
2. reticulación de poliisocianato (poliadición).

Formulaciones: componente A		
Nº	Materia prima	% en peso
1	Desmophen A 870 BA	52,60
2	Baysilone OL 17	0,50
3	Modaflow	0,50
4	1-metoxipropilacetato-2/ Solvesso 100 (1:1)	10,50
5	Genomer 3364	14,95
6	Irgacure 184	0,80
7	Irgacure 907	0,15
		80,00
Componente B		
1	Desmodur N 3390	20,00
		20,00
Total		100,00

Componente A:

- 30 1. Poliacrilato con funcionalidad hidroxilo
2. Polixilosano modificado con poliéter
3. Agente de flujo
4. Disolvente

5. Acrilato de polioléter modificado
6. Fotoiniciador: 2-metil-1[4-(metioiltio)fenil]-2-morfolinopropan-1-ona
7. Fotoiniciador: 1-hidroxi-ciclohexil-fenil-cetona

Componente B:

- 5 Diisocianato de hexametileno (HDI) alifático

Parámetros de endurecimiento del sistema de barniz:

- endurecimiento UV: intensidad luminosa: 100% (4 kW), $v_{\text{paso}} = 1,4$ m/min
- reticulación NCO: a temperatura ambiente

d.) Fuente de radiación:

- 10 Para el endurecimiento del componente de sustancia sensible a UV del barniz de doble curación se usó una fuente de radiación UV (5a). El aparato estaba montado de tal manera que estaba minimizada la salida de luz UV y ozono. La fuente de radiación está compuesta de una lámpara de vapor de mercurio-metal-halogenuro que irradia durante el funcionamiento luz ultravioleta en el intervalo A, B y C. La luz UV se desvió mediante varios reflectores y se seleccionó a un espectro de luz en el intervalo UV de 200 a 400 nm antes de salir. Las partes indeseadas de la energía de luz visible e infrarroja de 400 a 4000 nm se evacuaron a través de la carcasa de refrigeración. La Figura 7 representa la intensidad de irradiación espectral de la fuente de radiación UV (5a) usada en comparación con un elemento irradiador de UV convencional. La máxima intensidad de las lámparas UV usadas ascendió a 4 kW, la distribución de longitud de onda de la luz UV usada: de 200 a 400 nm.
- 15

e.) Microestructuración de una superficie de un sustrato y endurecimiento mediante la herramienta:

- 20 El barniz de doble curación mencionado se aplicó con un grosor de capa promedio de aproximadamente 70 μm sobre el sustrato, una chapa de aluminio provista de imprimación epoxi, anodizada con ácido crómico con el tamaño 10 x 20 cm. Por ello, el grosor de la capa de barniz era mayor que la profundidad de la microestructura a generar. Después de la aplicación del barniz se puso la herramienta sobre la capa de barniz (superficie) y se eliminó el aire mediante una ligera presión de la capa intermedia. A continuación se endureció el barniz a través de la herramienta
- 25 mediante la luz UV, saliendo la luz UV de la fuente de luz UV e incidiendo, a través de la matriz, sobre el barniz a endurecer. La lámpara UV se hizo funcionar con la máxima intensidad (4 kW) y la herramienta se trasladó con una velocidad de traslación de $v = 1,4$ m/min sobre la superficie que se puede microestructurar, correspondiente a la dirección de la flecha en la Figura 3. Debido al avance continuo de toda la herramienta y los efectos de cizalla que aparecieron en el cilindro 7 se retiró la matriz después del endurecimiento inmediatamente de la capa de barniz. Con
- 30 el uso de cilindros de goma (1, 7, 9) fue posible microestructurar incluso superficies curvas varias veces.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta para la generación de una superficie microestructurada, que comprende:
- una matriz (3) con un negativo de la microestructura que se ha de generar,
 - un cilindro presionador (1) para presionar la matriz contra la superficie,
- 5 **caracterizada porque**
- el cilindro presionador (1) se puede trasladar sobre una superficie,
- el cilindro presionador (1) y la matriz (3) están dispuestos de tal manera que durante la traslación del cilindro (1) sobre la superficie, la matriz (3) llega a un movimiento de rodadura entre el cilindro (1) y la superficie, de tal manera que el negativo de la matriz (3) está dirigido a la superficie y
- 10 un dispositivo (5) para acelerar el endurecimiento de un material que puede endurecer está dispuesto de tal manera que, durante la traslación del cilindro presionador (1) sobre la superficie, acompaña su movimiento y actúa sobre una parte de la superficie.
2. Herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, poseyendo el material que forma la matriz (3) una dureza Shore de 25 - 40.
- 15 3. Herramienta de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, estando equipado un cilindro (7) de tal manera que, durante la traslación de la herramienta sobre la superficie, retira de nuevo la matriz (3).
4. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, poseyendo el material de la superficie del cilindro presionador (1) una dureza Shore de 25 a 50 y presentando, preferentemente, un diámetro de 10 - 50 cm y una longitud de 20 - 100 cm.
- 20 5. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, estando equipada la herramienta de tal manera que, con ello, queda posibilitada la microestructuración de áreas doblemente curvadas, preferentemente en estructuras grandes tales como aviones, vehículos sobre carriles, barcos, particularmente sus cascos y/o instalaciones de energía eólica, particularmente sus palas de rotor.
6. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el dispositivo (5) para acelerar el endurecimiento una lámpara y/o un equipo calefactor para irradiar y/o calentar la superficie que se puede microestructurar.
- 25 7. Herramienta de acuerdo con la reivindicación 6, siendo la lámpara (5) una fuente de luz UV.
8. Herramienta de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, estando colocado el dispositivo (5) para acelerar el endurecimiento de tal manera que el endurecimiento del material que puede endurecer sobre la superficie que se puede microestructurar se realiza irradiando o calentando la matriz (3).
- 30 9. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo la herramienta un dispositivo para la aplicación del material que puede endurecer sobre un sustrato o sobre la matriz.
10. Uso de una herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes para la generación de una superficie microestructurada.
- 35 11. Procedimiento para la generación de una superficie al menos parcialmente microestructurada, que comprende las etapas:
- a) facilitación de una superficie que se puede microestructurar,
 - b) facilitación de una herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-9,
 - c) microestructuración de la superficie mediante la herramienta.
- 40 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende en la etapa b) la facilitación de una herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-9 y un endurecimiento del material que puede endurecer sobre la superficie que se puede microestructurar mediante la herramienta.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, realizándose el endurecimiento mediante irradiación o calentamiento de la matriz (3).
- 45 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11-13, que comprende en la etapa b) la facilitación de una herramienta según la reivindicación 9 y la aplicación de un material que puede endurecer sobre un sustrato o sobre la matriz (3) mediante la herramienta, de tal manera que de acuerdo con la etapa a) se facilita una superficie que se puede microestructurar.

Fig. 1

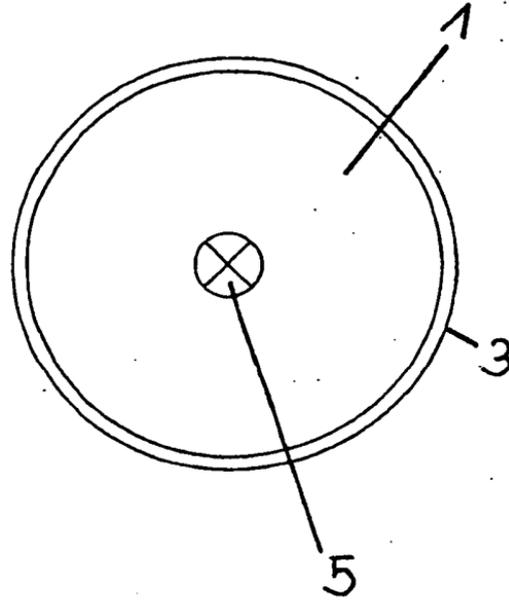


Fig. 2

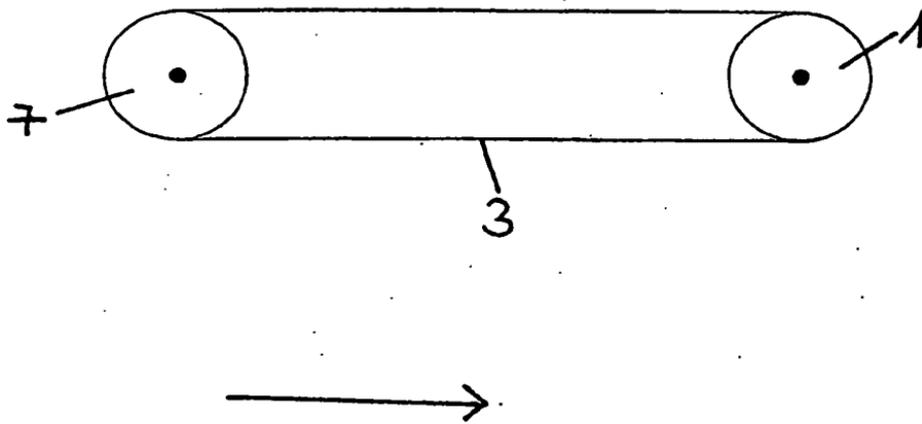


Fig. 3

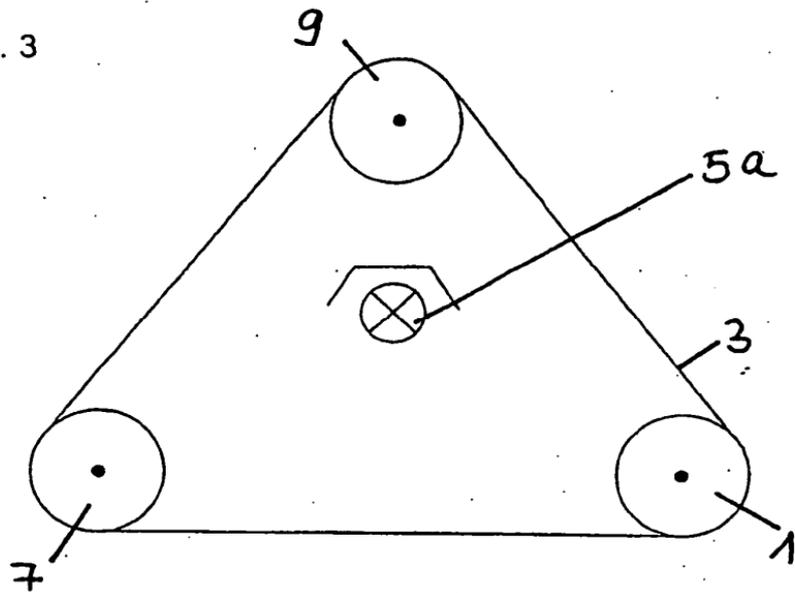


Fig. 4

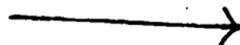
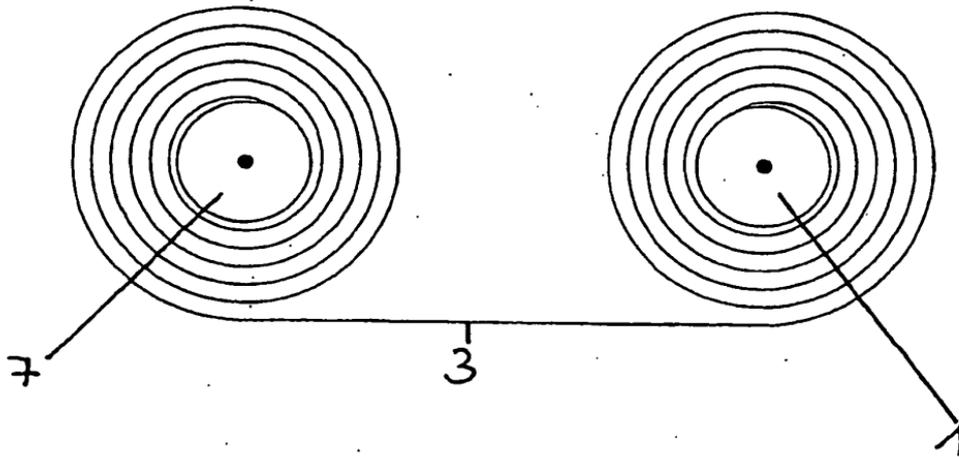
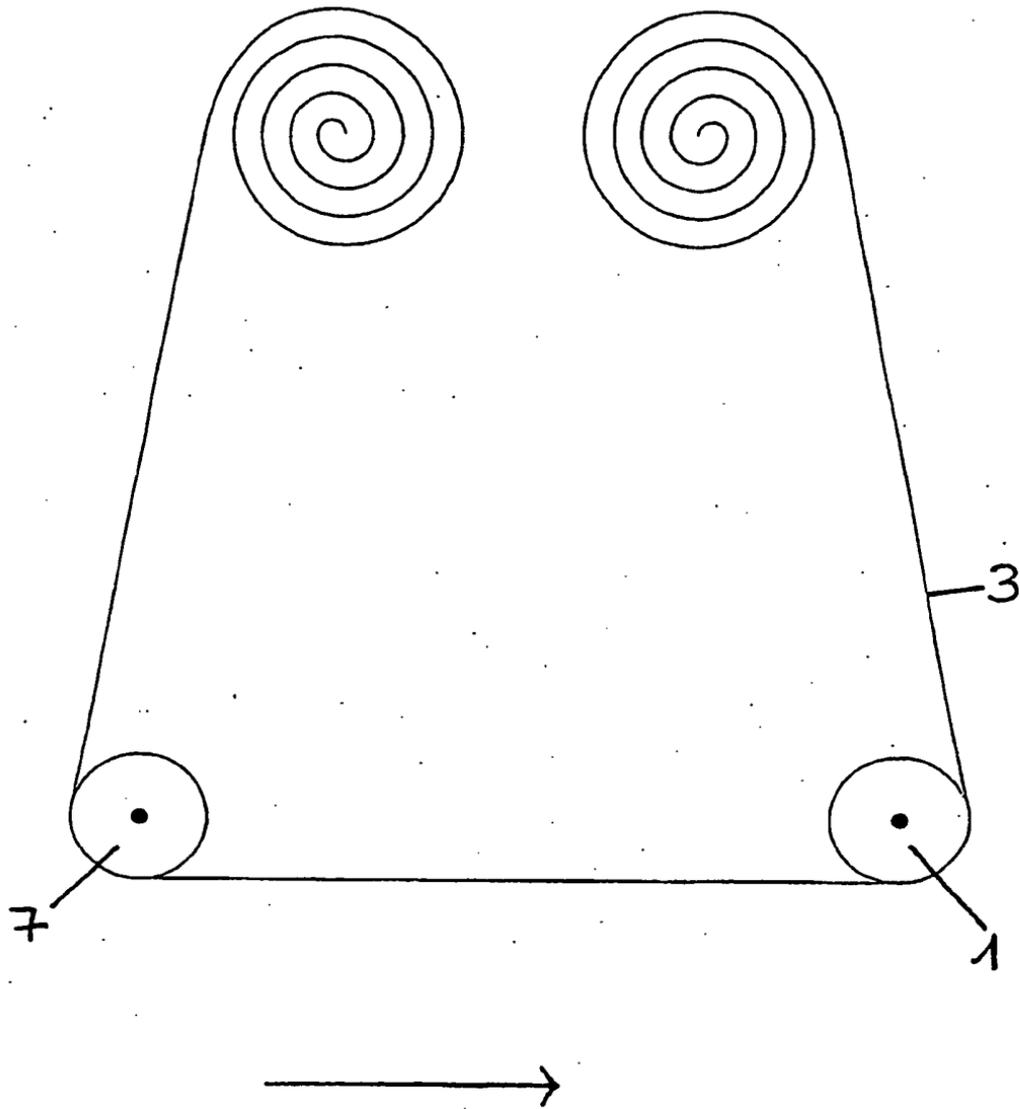


Fig. 5



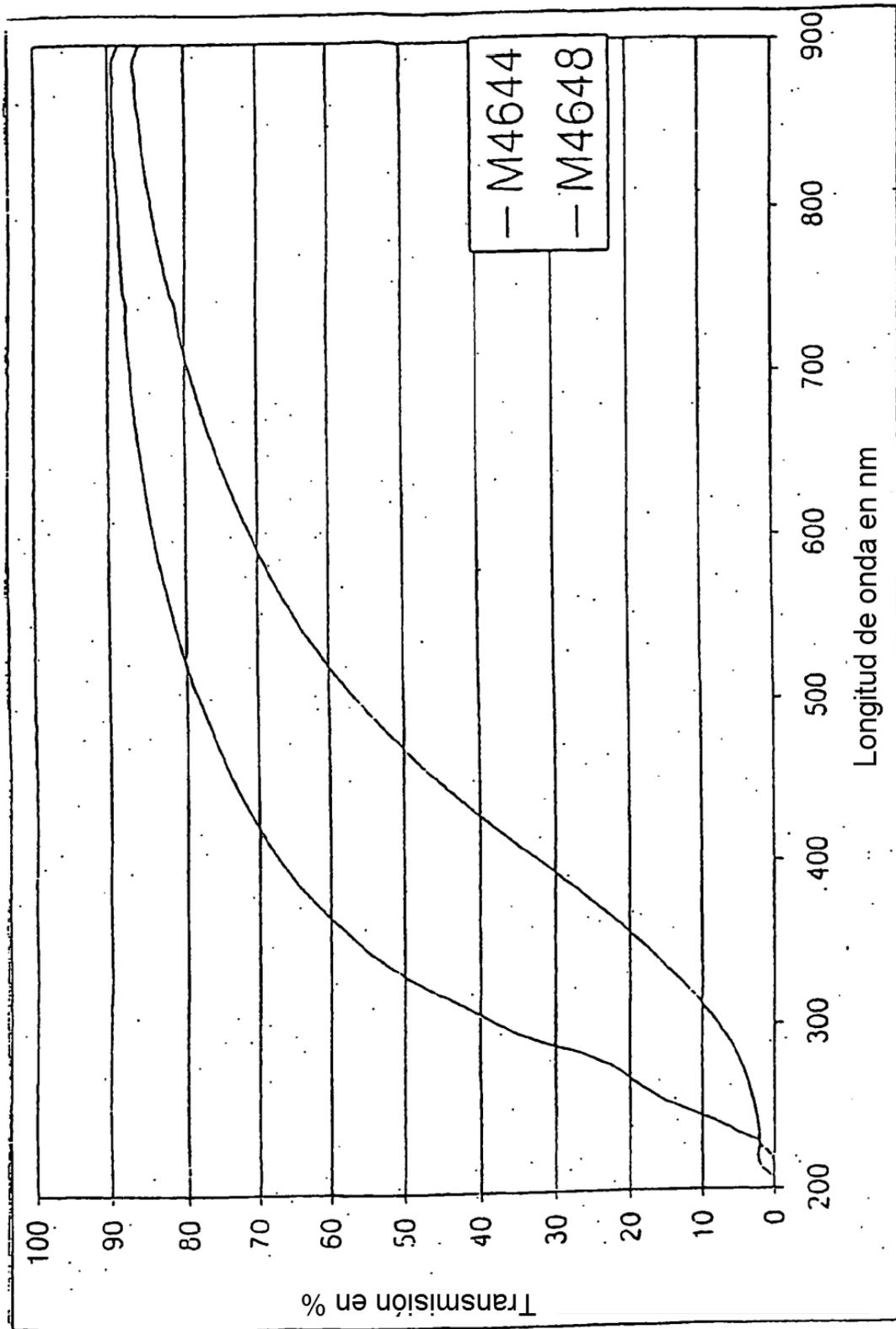


Fig. 6

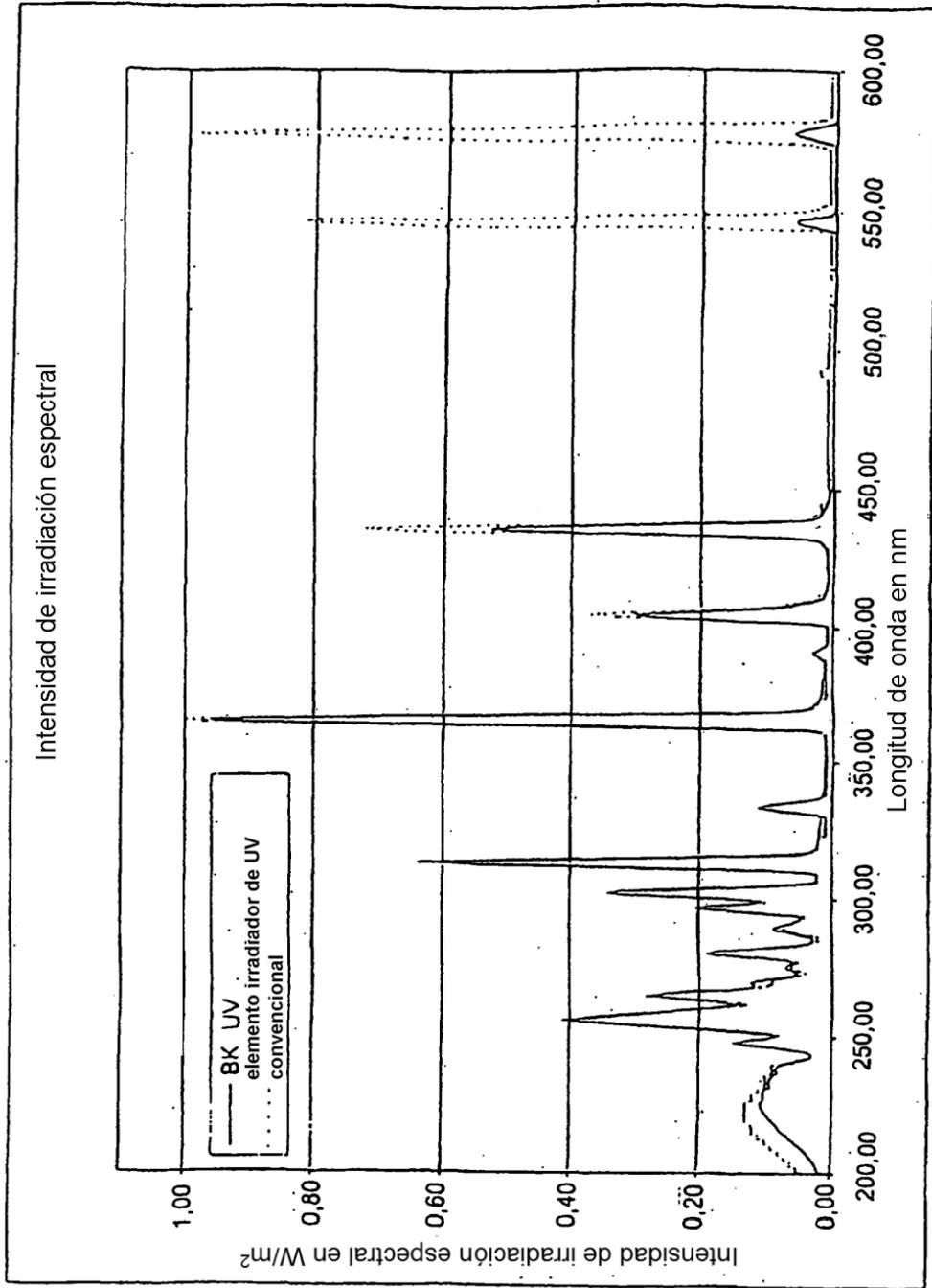


Fig. 7