



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 726**

51 Int. Cl.:

D01D 5/00 (2006.01)

D02J 1/22 (2006.01)

D01F 6/14 (2006.01)

D01F 1/10 (2006.01)

D01F 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02772485 .5**

96 Fecha de presentación : **05.08.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1423559**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.06.2004**

54

Título: **Procedimiento para el reformado de fibras compuestas y aplicaciones.**

30

Prioridad: **08.08.2001 FR 01 10611**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.10.2011

73

Titular/es: **Centre National de la Recherche
Scientifique (CNRS)
3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cédex 16, FR**

72

Inventor/es: **Poulin, Philippe;
Vigolo, Brigitte;
Launois, Pascale y
Bernier, Patrick**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 365 726 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el reformado de fibras compuestas y aplicaciones.

5 La presente invención se refiere, de una manera general, al tratamiento ulterior de fibras compuestas y, en particular, se refiere a un nuevo procedimiento para el reformado de fibras compuestas, que comprenden partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, a la utilización del procedimiento y a las fibras reformadas, que son obtenidas por medio de dicho procedimiento.

Se entiende por partículas coloidales, en el sentido de la invención, las partículas que están definidas según las normas internacionales de la UICPA como aquellas partículas, cuyo tamaño está comprendido entre algunos nanómetros y algunas micras.

10 Se sabe que, de manera general, las propiedades de las fibras compuestas dependen, de forma crítica, de la estructura y de la disposición de sus componentes y, de manera particular, de las partículas que las constituyen. Los principales parámetros que gobiernan entonces las propiedades de la fibra son el enmarañamiento de las partículas, su orientación y, por último, la intensidad de las eventuales fuerzas de cohesión entre las partículas.

15 Tal como ocurre en el caso de las fibras textiles clásicas, el enmarañamiento puede ser modificado llevándose por medio de la realización de un trenzado mayor o menor de la fibra y, como ocurre en el caso de las fibras polímeras clásicas, la orientación de las partículas debe poder ser modificada por medio del ejercicio de tracciones sobre la fibra, que pueden ser producidas, por ejemplo, por medio de un proceso de extrusión. De manera clásica, para tales fibras polímeras, estas alineaciones u orientaciones se obtienen en caliente. En efecto, a elevada temperatura la fibra se vuelve deformable y las cadenas de los polímeros, más móviles, pueden ser orientadas entonces por medio
20 de la tracción ejercida sobre las fibras.

Estas modificaciones estructurales, o reformado, requieren que la fibra sea suficientemente deformable pero que, sin embargo, sea bastante resistente con el fin de sufrir acciones mecánicas en condiciones simples. En general, en el caso de las fibras compuestas, que comprenden partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, son aplicados los procedimientos conocidos de reformado de fibras en caliente. Por lo tanto, estos métodos necesitan trabajar, al menos, a la temperatura de transición vítrea del polímero, con el fin de suavizar y de favorecer las posibilidades de movimiento de las partículas en/con el polímero. De aquí se deduce un consumo de energía importante y un equipamiento particular, que permita trabajar a estas temperaturas, que son, en general, suficientemente elevadas como para favorecer las oxidaciones. Por otra parte, estos aumentos de temperatura pueden ocasionar una degradación, por muy pequeña que sea, del polímero o de las partículas que constituyen la citada fibra, principalmente por oxidación de los constituyentes del polímero o de las partículas, degradación que puede revelarse perjudicial a largo plazo para el buen comportamiento de la fibra y de su cohesión. Esta degradación es proporcional a la duración del tratamiento y es función de los diferentes agrupamientos químicos terminales del polímero y de los constituyentes de las partículas.
25
30

35 Por lo tanto, la invención se propone remediar estos inconvenientes proporcionando un procedimiento de reformado de fibras compuestas, que comprenden partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, de una realización particularmente simple, que no necesita energía o que necesita poca energía, preservando la integridad de todos los constituyentes de la fibra y sin requerir la instalación de un equipamiento particular.

Con esta finalidad y de conformidad con la invención, un procedimiento de reformado de las fibras compuestas, que comprenden partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, comprende:

- 40 - medios para deformar, en frío, a temperatura ambiente, o a una temperatura ligeramente mayor que la temperatura ambiente, a el citado polímero de la citada fibra, y
- medios para llevar a cabo la aplicaron, sobre la citada fibra, de esfuerzos mecánicos.

45 En efecto, los inventores han descubierto, y esto es lo que constituye el objeto de la invención, que estas fibras compuestas, que comprenden partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, pueden ser perfectamente tratadas "en frío" o incluso a la temperatura ambiente o también ligeramente mayor que la temperatura ambiente por medio de la utilización de medios simples de deformación del citado polímero puenteante y/o aglutinante.

50 Se entiende por reformado en frío, a temperatura ambiente o a temperatura ligeramente mayor que la temperatura ambiente, cualquier tratamiento de las fibras, que son aplicadas en dicho procedimiento, a una temperatura que está situada en reintervalo comprendido entre 0°C y un temperatura ligeramente mayor que la ambiente, siendo considerada esta, en general, con un valor del orden de 20 a 25°C. Las temperaturas superiores están comprendidas de manera ventajosa entre 25°C y 50°C.

De manera preferente, los citados medios para deformar el citado polímero están constituidos por un aporte de plastificante.

En efecto, la mayor parte de los polímeros tiene afinidad para ciertos plastificantes, que son aplicados en frío, que permiten suavizar su conformación.

- 5 Otra posibilidad para llevar a cabo la deformación de estos polímeros consiste en una inmersión de la citada fibra en un disolvente o en una mezcla de disolventes, de tal modo que la solubilidad recíproca del citado polímero en el citado disolvente o en dicha mezcla de disolventes, condicione la optimización de los citados esfuerzos mecánicos aplicados.

- 10 De manera ventajosa, y de conformidad con los esfuerzos mecánicos, a los cuales se desea someter a la fibra, el citado disolvente se elige entre los disolventes en los que el polímero sea soluble o parcialmente soluble.

Entonces la fibra está suavizada como consecuencia de la solubilización parcial del polímero y se vuelve, por lo tanto, fácilmente maleable y transformable.

De conformidad con otro modo de realización del procedimiento, el citado disolvente se elige entre los disolventes en los cuales el polímero sea insoluble o prácticamente insoluble.

- 15 En efecto, si se desea someter a la fibra a esfuerzos importantes sin correr el riesgo de provocar su rotura o de provocar su deterioro de manera definitiva, es deseable que el citado polímero no sea disuelto por completo sino que, simplemente, sea solvatado parcialmente con el fin de conferirle una cierta flexibilidad y, por lo tanto, permitir la aplicación de esfuerzos mecánicos, al mismo tiempo que se mantiene su cohesión.

- 20 En efecto, una de las ventajas de l procedimiento de conformidad con la invención consiste en que la solvatación de una fibra compuesta, que comprende partículas y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, permite el movimiento de unas partículas con relación a las otras sin destruir la cohesión del polímero aglutinante y/o puenteante como consecuencia de las fuerzas de puenteado que existen entre el polímero y las partículas.

- 25 Una fibra clásica, que está constituida por partículas en una matriz polimérica, sometida al procedimiento de conformidad con la invención, conduciría a la disolución completa del polímero y, por lo tanto, a una destrucción de la fibra.

Evidentemente, el procedimiento podrá ser realizado eligiéndose como disolvente cualquier mezcla volúmica y/o ponderal de, al menos, un disolvente en el que el polímero sea soluble o parcialmente soluble y de, al menos, un disolvente en el que el polímero sea insoluble o prácticamente insoluble.

- 30 De este modo, se obtiene entonces toda una gama de deformación, que permite la aplicación de una gama correspondiente de esfuerzos en función de las propiedades deseadas de la fibra final.

De manera ventajosa, el citado disolvente podrá contener, al menos, un agente reticulante.

- 35 En efecto, el citado polímero puede ser particularmente soluble en ciertos disolventes, conduciendo el aporte de una gente reticulante al endurecimiento del citado polímero, al mismo tiempo que se evitan los deslizamientos sin reorientación de las citadas partículas coloidales, cuyo riego podría producirse si el citado polímero se volviese demasiado plástico puesto que el primero no juega aquí el papel de matriz sino que, por definición, es aglutinante y/o puenteante entre las partículas. Entonces se tiene una rigidificación del citado polímero, que permite entonces una mejor transmisión de los esfuerzos mecánicos, que son aplicados a la fibra y, por consiguiente, a las partículas coloidales, cuya reorientación se desea llevar a cabo en el interior de la citada fibra. Esos agentes reticulantes serán elegidos, de manera evidente, en función de la naturaleza del citado polímero y la del citado disolvente. Estos disolventes podrán ser, por ejemplo, sales o compuestos orgánicos.

De manera preferente y en función del polímero, son elegidos los disolventes, que son utilizados para llevar a cabo la realización del procedimiento de conformidad con la invención, entre el agua, la acetona, los éteres, la dimetilformamida, el tetrahidrofurano, el cloroforno, el tolueno, el etanol y/o las soluciones acuosas cuyo pH y/o cuyas concentraciones en eventuales solutos estén controlados.

- 45 De manera preferente, el citado polímero será elegido entre los polímeros que se adsorban sobre las citadas partículas coloidales.

Por ejemplo, los polímeros aglutinantes y/o puenteantes, de conformidad con la invención, serán elegidos entre el alcohol polivinílico, los polímeros floculantes, que son utilizados usualmente en la industria de la descontaminación

de los efluentes líquidos, como las poliacrilamidas, que son polímeros neutros, los copolímeros de acrilamida y de ácido acrílico, que están cargados negativamente, los copolímeros de acrilamida y de monómeros catiónicos, que están cargados positivamente, los polímeros inorgánicos a base de aluminio y/o los polímeros naturales, como el quitosano, el guar y/o el almidón.

5 De igual modo, se podría elegir a título de polímero una mezcla de polímeros químicamente idénticos pero que se diferencian entre sí en su peso molecular.

De manera preferente, el citado polímero es el alcohol polivinílico (PVA), que es utilizado de manera usual en la síntesis de fibras compuestas, que comprenden partículas y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante.

10 De una manera aún más particular, el citado polímero es el alcohol polivinílico con un peso molecular comprendido ente 10.000 y 200.000.

En el caso del alcohol polivinílico, un ejemplo de elección de los disolventes podrá ser el siguiente: el agua, en el que es soluble el PVA, la acetona, en la que es insoluble el PVA o una mezcla de agua y de acetona en la que el PVA tendrá una solubilidad controlada.

15 Así mismo, en el caso del alcohol polivinílico, los boratos constituirán un ejemplo de agentes de reticulación, que pueden ser utilizados con ocasión de la inmersión de la fibra en agua.

De manera en sí conocida en el campo del tratamiento ulterior de las fibras, los esfuerzos mecánicos son torsiones y/o tracciones.

20 De manera preferente, las partículas coloidales serán elegidas entre los nanotubos de carbono, el sulfuro de tungsteno, el nitruro de boro, las plaquetas de arcilla, los cristales filiformes de celulosa y/o los cristales filiformes de carburo de silicio.

25 De una manera clásica, el procedimiento podrá comprender etapas suplementarias de extracción de la citada fibra fuera del disolvente y/o de secado de la citada fibra, con el fin de obtener una fibra desembarazada de cualquier plastificante y/o de cualquier traza de disolvente. Estas operaciones podrán ser efectuadas, de manera ventajosa, de forma conocida tal como, por ejemplo, un secado en estufa a una temperatura ligeramente menor que la temperatura de ebullición del disolvente.

El procedimiento, que constituye el objeto de la invención, podrá ser utilizado para llevar a cabo la fabricación de fibras, que tengan una orientación de las citadas partículas, que componen la citada fibra, mayoritariamente en el sentido del eje principal de la citada fibra.

30 De igual modo, podrá ser utilizado el procedimiento, que constituye el objeto de la invención, para llevar a cabo la fabricación de fibras, que tengan una longitud acrecentada y/o un diámetro reducido con relación a la fibra original.

Por ultimo, el procedimiento que constituye el objeto de la invención podrá ser utilizado para llevar a cabo la fabricación de fibras densificadas y/o afinadas con relación a la fibra original.

35 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto por medio de la descripción dada a continuación, con referencia al dibujo, que ilustra un ejemplo de realización del procedimiento de conformidad con la invención, desprovisto de cualquier carácter limitativo. En el dibujo:

- la figura 1 representa secciones de fibras, que comprenden partículas y un polímero, que ha sido utilizado como matriz, antes y después del estirado en caliente, y
- la figura 2 representa secciones de fibras, que comprende partículas coloidales y un polímero puenteante entre las partículas, antes y después de la realización del procedimiento de conformidad con la invención.

40 En el ejemplo descrito a continuación, son utilizadas fibras de nanotubos de carbono con el fin de demostrar la eficacia y las ventajas del procedimiento de conformidad con la invención.

45 Estas fibras son elaboradas, de manera ventajosa, de conformidad con el procedimiento de la solicitud de patente FR 00 02 272 a nombre de la CNRS. Este procedimiento comprende la dispersión, de forma homogénea, de los nanotubos en un medio líquido. La dispersión puede ser realizada en agua utilizándose tensioactivos, que son adsorbidos en la interfase de los nanotubos. Una vez dispersados, los nanotubos pueden ser recondensados en forma de una cinta o de una prefibra, por medio de la inyección de la dispersión en otro líquido, que provoque la desestabilización de los nanotubos. Este líquido puede ser, por ejemplo, una solución de polímeros. Los flujos

puestos en juego pueden ser modificados con el fin de favorecer la alineación de los nanotubos en la prefibra o en la cinta. Por otra parte, los caudales y las velocidades de los flujos permiten, de igual modo, controlar la sección de las prefibras o de las cintas.

5 Las prefibras o las cintas, formadas de este modo, pueden ser lavadas a continuación, o no, por medio de enjuagados que permitan desorber ciertas especies adsorbidas (polímero o tensioactivos principalmente). Las prefibras o las cintas pueden ser producidas de forma continua y pueden ser extraídas de su disolvente con objeto de llevar a cabo su secado. Entonces se obtienen fibras secas y fácilmente manipulables de nanotubos de carbono.

10 Se sabe que el modo de obtención de estas fibras deja trazas de polímero, en general del alcohol polivinílico (PVA), a título de polímero residual. La cohesión de la fibra no está directamente asegurada por la rigidez del polímero sino que lo está por su adsorción sobre nanotubos de carbono próximos, es decir por el fenómeno conocido con el nombre de puenteado.

El secado en la fabricación inicial de la fibra induce modificaciones importantes, que perturban la alineación de los nanotubos de carbono y, con independencia del modo de obtención de estas fibras, las mismas presentan únicamente una pequeña diferencia de orientación de los nanotubos de carbono.

15 Para mejorar la orientación, es necesario reformar la fibra en una etapa ulterior para las acciones mecánicas, que han sido descritas más arriba, durante la realización del procedimiento.

En particular, la fibra se solvata en un disolvente dado para someterla a torsiones y/o a tracciones.

20 Tal como muestra la figura 1, en los procedimientos conocidos, una fibra de polímero puede ser orientada por simple extrusión o estirado en caliente. Si la fibra contiene partículas, como nanotubos de carbono o cristales filiformes, estos se orientan de iguala manera. El polímero juega entonces un papel de matriz y es la deformación de este soporte la que entraña las modificaciones estructurales de la fibra.

25 Tal como muestra la figura 2, y según la realización del procedimiento de conformidad con la invención, las partículas coloidales están unidas directamente entre sí las unas con las otras. La cohesión de la estructura ya no procede del polímero en sí mismo sino que procede directamente de las partículas, que están enlazadas por medio de un polímero puenteante. La estructura de la fibra puede ser modificada por tracción o por torsión, si el polímero aglutinante es plástico, o se ha vuelto deformable por solvatación.

Por ejemplo, para una fibra constituida por nanotubos de carbono y cuyo polímero puenteante sea el PVA, una realización de ese tipo se efectúa a temperatura ambiente sumergiéndose simplemente la fibra en agua o en otro disolvente, que tenga una cierta afinidad para el PVA.

30 De igual modo pueden ser aplicados otros disolventes, tales como la acetona, en la que el PVA no es soluble.

A título de ejemplo, está dada una tabla que presenta los resultados obtenidos con ocasión de la aplicación de diferentes tracciones a fibras de nanotubos de carbono, obtenidos con diferentes PVA y para una gama de disolventes comprendida entre los dos extremos, que están constituidos por el agua y por la acetona.

Las fibras utilizadas son obtenidas de conformidad con el procedimiento que ha sido mencionado y que comprende:

- 35 - la dispersión de nanotubos (0,4% másico) en una solución acuosa de SDS (1,1% en masa),
 - la inyección de la dispersión de nanotubos con un caudal de 100 ml/h a través de un orificio de 0,5 mm en un flujo de una solución de PVA a una velocidad de 6,3 m/minuto. Se han utilizado dos tipos de PVA con una masa de 50.000 y con una masa de 100.000 gramos.

40 A continuación, la cinta es enjuagada con agua pura varias veces y es extraída del agua con el fin de formar un hilo seco.

En esta realización del procedimiento, de conformidad con la invención, el agua es calificada de buen disolvente y la acetona es calificada de mal disolvente.

45 Los otros parámetros importantes corresponden a las características de las fibras y de los nanotubos de carbono. Tal como es conocido en la industria textil, por ejemplo, estos parámetros son críticos para las propiedades finales de un hilo compuesto de fibras más pequeñas. En ese caso, el problema es idéntico en la medida en que el hilo está constituido por nanotubos de carbono.

Las modificaciones estructurales son caracterizadas con ayuda de mediciones de alargamientos y por medio de experiencias de difracción de rayos X, que dan cuantitativamente la orientación media de los nanotubos de carbono.

5 En la tabla, que está dada a continuación, los ejemplos de fibras de nanotubos de carbono han sido obtenidos por el mismo procedimiento, utilizándose los mismos parámetros de realización con dos PVA con pesos moleculares diferentes, teniendo el primero un peso molecular de 50.000 y teniendo el segundo un peso molecular de 100.000.

Las fibras, obtenidas de este modo, son sumergidas a continuación en un disolvente y son sometidas a tracciones que están expresadas en: kilogramo (gramos). Las tracciones son realizadas enganchándose a las fibras masas, que están perfectamente definidas. A continuación, las fibras son extraídas del disolvente y, de este modo, se ponen a secar bajo tensión. Las fibras secas son recuperadas y su estructura es caracterizada.

10 Los nanotubos de carbono en las fibras están organizados en haces y forman una red hexagonal perpendicular al eje de la fibra. La alineación de los haces de nanotubos de carbono con relación al eje de la fibra puede ser caracterizada por medio de la anchura total a la semialtura (FWHM) de la dispersión angular con vector de onda constante sobre un pico de Bragg de la red hexagonal (ajuste de Gauss) o por medio del valor de la intensidad difractada a lo largo del eje de la fibra, es decir para nanotubos de carbono perpendiculares a este eje.

15 La tabla siguiente presenta los resultados, que han sido obtenidos para la alineación de los nanotubos de carbono de conformidad con el peso molecular de PVA, de conformidad con el disolvente utilizado y de conformidad con la tracción ejercida sobre la fibra.

PVA	Disolvente	Tracción	Alargamiento	FWHM
50K	Agua	0	0	80-90°
50K	Agua	0,00015 kg (0,15 g)	21%	70°
50K	70 agua/30 acetona	0,00028 kg (0,28 g)	22%	60-65°
50K	50 agua/50 acetona	0,00065 kg (0,65 g)	23%	55-60°
100K	Agua	0,00015 kg (0,15 g)	9%	70-75°
100K	Agua	0,00028 kg (0,28 g)	16%	65°
100K	Agua	0,00044 kg (0,44 g)	25 %	60°
100K	Agua	0,00065 kg (0,65 g)	36%	60°

20 Se comprueba que, cuanto mejor sea el disolvente para el PVA, más fácilmente puede ser deformada la fibra solvatada.

Por el contrario, un mal disolvente permite aplicar esfuerzos más importantes con deformaciones menores o equivalentes. El acoplamiento de la calidad del disolvente con la naturaleza del polímero es, por consiguiente, un parámetro que permite optimizar a la vez los esfuerzos mecánicos, que deben ser impuestos, y las deformaciones deseadas.

25 Cuando más elevada sea la masa de polímero, más resistente será la fibra solvatada y, por lo tanto, puede sufrir esfuerzos más importantes sin romperse ni deteriorarse y tanto mayor será su modulo elástico.

30 El papel preponderante del polímero aglutinante y/o puenteante está señalado particularmente de este modo en la obtención de propiedades mecánicas optimizadas para la fibra solvatada. En particular, en este caso se pone en juego la fuerte adsorción del polímero sobre las partículas y le puenteado importante, que se efectúa sobre las partículas.

De una manera muy evidente, se comprueba también que, cuanto mayor sea la tracción aplicada, tanto mayor será el alargamiento obtenido.

Por otra parte, cuanto mayor sea el alargamiento, tanto mejor será la alineación de los nanotubos de carbono.

5 De la misma manera, se comprueba que, con un alargamiento constante, la alineación para mezclas de buen disolvente – mal disolvente es mejor que para el buen disolvente utilizado solo.

Las fibras solvatadas soportan fuertes torsiones sin romperse, hasta más de cien vueltas por centímetro.

Estas torsiones permiten afinar y densificar las fibras.

10 De este modo, las fibras de nanotubos de carbono pueden ser deformadas y pueden ser reformadas por medio de un simple tratamiento en frío. Estas deformaciones, y la realización del procedimiento, que constituye el objeto de la invención, permiten controlar la disposición de los nanotubos por medio de la combinación de los numerosos parámetros variables modulables tales como la torsión, la tensión, la calidad del disolvente, la naturaleza y la masa del polímero y las características geométricas de las fibras y de las cintas, que son utilizadas para llevar a cabo el reformado.

15 Una fibra directamente procedente de su fabricación tendrá un FWHM mínimo de 80° , mientras que después de un reformado, de conformidad con una realización del procedimiento de acuerdo con la invención, la fibra tendrá un FWHM menor que 80° y, por lo tanto, una dispersión angular comprendida entre $+40^\circ$ y -40° .

20 Por lo tanto, quedan mejoradas, de manera significativa, las propiedades físicas de las fibras compuestas, que comprende partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante. Por lo tanto, estas fibras presentan mayores prestaciones para todas aquellas aplicaciones a las que puedan estar destinadas, tal como la confección de cables de alta resistencia, de hilos conductores ligeros, de detectores químicos, de captadores de fuerza y de esfuerzos mecánicos o sonoros, de accionadores electromecánicos y músculos artificiales, la elaboración de materiales compuestos, de materiales nanocompuestos, de electrodos y de microelectrodos, por ejemplo.

25 Evidentemente, debe entenderse que la presente invención no está limitada a los ejemplos de realización, que han sido descritos o representados más arriba, si no que engloba todas las variantes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de reformado de una fibra compuesta, que comprende partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, comprendiendo dicho procedimiento:
 - 5 - medios para deformar, a una temperatura comprendida entre 0°C y 50°C, el citado polímero de la citada fibra, comprendiendo los citados medios para deformar el citado polímero una etapa de adición de plastificante, o una etapa de inmersión de la citada fibra en un disolvente o en una mezcla de disolventes elegidos entre el agua, la acetona, los éteres, la dimetilformamida, el tetrahidrofurano, el cloroformo, el tolueno, el etanol, y
 - 10 - medios de aplicación, sobre la citada fibra, de esfuerzos mecánicos, estando constituidos los citados esfuerzos mecánicos por torsiones y/o tracciones.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el citado disolvente se eligen entre los disolventes en los cuales el polímero sea soluble o parcialmente soluble.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el citado disolvente se elige entre los disolventes en los cuales el polímero sea insoluble o prácticamente insoluble.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el citado disolvente se elige entre las mezclas formadas por, al menos, un disolvente definido en la reivindicación 2 y por, al menos, un disolvente definido en la reivindicación 3.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el citado disolvente contiene, al menos, un agente reticulante.
- 20 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el citado polímero es un polímero que se adsorbe sobre las citadas partículas coloidales.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el citado polímero se elige entre el alcohol polivinílico, los polímeros floculantes, que son corrientemente utilizados en la industria de la descontaminación de los efluentes líquidos, tales como las poliacrilamidas, que son polímeros neutros, los copolímeros de acrilamida y de ácido acrílico, que están cargados negativamente, los copolímeros de acrilamida y de monómeros catiónicos, que están cargados positivamente, los polímeros inorgánicos a base de aluminio y/o los poliedros naturales tales como el quitosano, el guar o el almidón.
- 25 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el citado polímero es el alcohol polivinílico con un peso molecular comprendido entre 10.000 y 200.000.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el citado disolvente es elegido entre le agua, la acetona o una mezcla de agua y de acetona.
- 30 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las citadas partículas son elegidas entre los nanotubos de carbono, el sulfuro de tungsteno, el nitruro de boro, las plaquetas de arcilla, los cristales filiformes de celulosa y/o los cristales filiformes de carburo de silicio.
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende etapas suplementarias de extracción de la citada fibra y/o de secado de la citada fibra.
- 35 12. Utilización del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para llevar a cabo la fabricación de las fibras, que tienen una orientación de las citadas partículas, que componen la citada fibra, mayoritariamente en el sentido del eje principal de la citada fibra.
13. Utilización del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para llevar a cabo la fabricación de las fibras, que tienen una longitud acrecentada y/o un diámetro reducido con relación a la fibra original.
- 40 14. Utilización del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para llevar a cabo la fabricación de fibras densificadas y/o afinadas con relación a la fibra original.
15. Fibra compuesta, que comprende partículas coloidales y, al menos, un polímero aglutinante y/o puenteante, en la que el FWHM de la citada fibra es menor que 80° y en la que las partículas coloidales están directamente enlazadas entre sí las unas con las otras.
- 45

16. fibra según la reivindicación 15, en la que la dispersión angular de las citadas partículas está comprendida entre $+40^\circ$ y -40° .

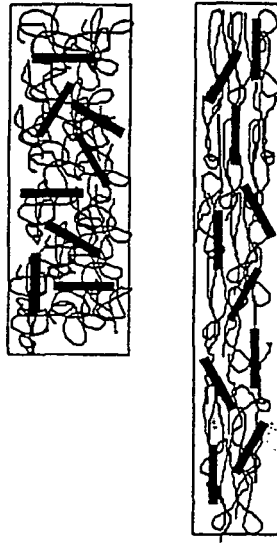


Figura 1

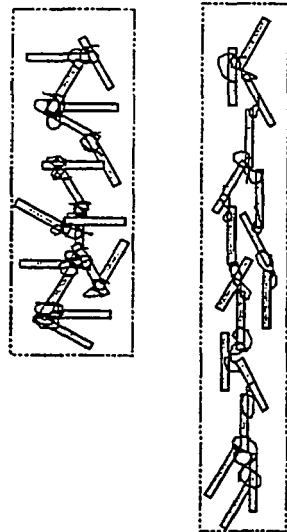


Figura 2