

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 135**

51 Int. Cl.:

**B29B 15/12** (2006.01) **B29K 101/12** (2006.01)  
*B29K 27/00* (2006.01)  
*B29K 27/18* (2006.01)  
*B29K 31/00* (2006.01)  
*B29K 33/00* (2006.01)  
*B29K 67/00* (2006.01)  
*B29K 71/00* (2006.01)  
*B29K 77/00* (2006.01)  
*B29K 79/00* (2006.01)  
*B29K 81/00* (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2018 E 18178989 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3418015**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado con polímero termoplástico**

30 Prioridad:

**22.06.2017 FR 1755706**

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

**25.02.2021**

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)  
420 rue d'Estienne d'Orves  
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**HOCHSTETTER, GILLES;  
CAPELOT, MATHIEU;  
SAVART, THIBAUT;  
BABEAU, ARTHUR PIERRE;  
HUZE, DENIS;  
TANGUY, FRANÇOIS y  
GAILLARD, PATRICE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 808 135 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 de fabricación de un material fibroso impregnado con polímero termoplástico

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado con polímero termoplástico.

Más particularmente, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado que comprende una etapa de preimpregnación de un material fibroso por un polímero termoplástico para la preparación de un material fibroso impregnado, y una etapa de calentamiento de la matriz termoplástica con vista a la obtención de cintas de material fibroso impregnado de manera homogénea, principalmente a fondo, de porosidad reducida y controlada, de dimensiones calibradas, utilizables directamente para la fabricación de piezas compuestas tridimensionales.

10 En la presente descripción, se entiende por «material fibroso» un ensamblaje de fibras de refuerzo. Antes de su conformado, se presenta en forma de mechas. Después de su conformado, se presenta en forma de bandas (o cinta), o de napas. Cuando las fibras de refuerzo son continuas, su ensamblaje constituye un refuerzo unidireccional o un tejido o un no tejido (NCF). Cuando las fibras son cortas, su ensamblaje constituye un fieltro o una manta de fibras.

Dichos materiales fibrosos impregnados están destinados principalmente a la realización de materiales compuestos ligeros para la fabricación de piezas mecánicas que tienen una estructura de tres dimensiones y que poseen buenas propiedades mecánicas y térmicas. Cuando las fibras son de carbono o la resina está cargada con aditivos adaptados, estos materiales fibrosos son capaces de evacuar cargas electrostáticas. La utilización de resinas ignífugas o de aditivos ignífugos en las resinas que no lo son, permite que los materiales fibrosos impregnados sean resistentes al fuego. Poseen, por lo tanto, propiedades compatibles con la fabricación de piezas principalmente en los campos de la mecánica, de la aeronáutica, de la náutica, del automóvil, del petróleo y gas, en particular en alta mar, del almacenamiento de gas, de la energía, de la sanidad y médica, de los deportes y ocio, y de la electrónica.

Dichos materiales fibrosos impregnados se denominan igualmente materiales compuestos. Comprenden el material fibroso, constituido por las fibras de refuerzo, y una matriz constituida por el polímero que impregna las fibras. El primer papel de esta matriz es mantener las fibras de refuerzo en una forma compacta y proporcionar la forma deseada al producto final. Esta matriz asegura igualmente la transferencia de carga entre las fibras y, por lo tanto, condiciona la resistencia mecánica del material compuesto. Dicha matriz sirve igualmente para proteger a las fibras de refuerzo frente a la abrasión y un entorno agresivo, para controlar el aspecto de la superficie y para dispersar cargas eventuales entre las fibras. El papel de esta matriz es importante para la resistencia a largo plazo del material compuesto, principalmente en lo que se refiere a la fatiga y la deformación.

### Técnica anterior

Una buena calidad de las piezas compuestas tridimensionales fabricadas a partir de materiales fibrosos impregnados pasa principalmente por un control del procedimiento de impregnación de las fibras de refuerzo con el polímero termoplástico.

En la presente descripción, se utiliza el término « banda » para designar bandas de material fibroso cuya anchura es superior o igual a 400 mm. Se utiliza el término « cinta » para designar cintas de anchura calibrada e inferior o igual a 400 mm. El término « mecha » se emplea igualmente para designar el material fibroso.

40 Hasta ahora, la fabricación de bandas de materiales fibrosos reforzados por impregnación con polímero termoplástico o polímero termoendurecible se efectuaba siguiendo varios procedimientos que dependen principalmente de la naturaleza del polímero, del tipo de material compuesto final deseado y de su campo de aplicaciones, algunos de estos procedimientos estaban constituidos por una etapa de impregnación seguida de una etapa de calandrado en caliente del material fibroso impregnado o una etapa de secado seguida eventualmente de una etapa de fusión del polímero termoplástico.

45 Así, las tecnologías de impregnación en vía húmeda o mediante un precursor líquido o con una viscosidad muy baja, que polimeriza in situ, se utilizan frecuentemente para impregnar las fibras de refuerzo con polímeros termoendurecibles, como las resinas epoxi, por ejemplo, tal como se describe en la patente WO2012/066241A2. Estas tecnologías no son generalmente aplicables directamente a la impregnación con polímeros termoplásticos, porque estos raramente disponen de precursores líquidos. Los procedimientos de impregnación por extrusión en cabezal transversal de un polímero fundido están adaptados únicamente a la utilización de los polímeros termoplásticos de baja viscosidad. Los polímeros termoplásticos, en particular aquellos con una alta temperatura de transición vítrea, tienen una viscosidad en estado fundido demasiado importante como para permitir una impregnación satisfactoria de las fibras y de los productos semiacabados o acabados de buena calidad.

La solicitud US 2014/0005331A1 describe un procedimiento de preparación de fibras impregnadas con una resina de polímero, siendo la banda obtenida asimétrica, es decir, que posee una cara rica en polímero y una cara opuesta rica en fibras.

5 El procedimiento se efectúa por vía fundida con un dispositivo que solo permite la impregnación mayoritaria sobre una de las caras.

10 Otro procedimiento conocido de preimpregnación es el paso en continuo de las fibras en una dispersión acuosa de polvo de polímero o dispersión acuosa de partículas de polímero o emulsión o suspensión acuosa de polímero. Se puede hacer referencia, por ejemplo, al documento EP0324680. En este procedimiento, se utiliza una dispersión de polvos de tamaño micrométrico (aproximadamente 20 µm). Después de remojo en la disolución acuosa, las fibras se impregnan con el polvo de polímero. El procedimiento implica entonces una etapa de secado que consiste en hacer pasar las fibras impregnadas en un primer horno con el fin de evaporar el agua absorbida durante el remojo. A continuación, es necesaria una etapa de tratamiento térmico, que consiste en hacer pasar las fibras impregnadas y secadas en una segunda zona de calentamiento, a alta temperatura, para fundir el polímero con el fin de que se adhiera, se reparta y recubra las fibras.

15 El principal inconveniente de este método es la homogeneidad del depósito que a veces es imperfecta, un recubrimiento efectuado únicamente en superficie. Además, la granulometría de los polvos utilizados es habitualmente fina (típicamente 20 µm de D50 en volumen) y esto aumenta igualmente el coste final de la cinta o de la napa impregnadas.

20 Por otra parte, la etapa de secado de este método induce una porosidad en las fibras impregnadas por la evaporación del agua.

Es necesario conformar el material fibroso impregnado en forma de cintas, por ejemplo.

25 Las empresas que comercializan bandas de materiales fibrosos obtenidas por un método de impregnación de fibras unidireccionales por paso de las fibras, en continuo, en un baño que contiene un disolvente orgánico tal como la benzofenona, en el que se disuelve el polímero termoplástico. Se puede hacer referencia, por ejemplo, al documento US 4 541 884 de Imperial Chemical Industries. La presencia del disolvente orgánico permite principalmente adaptar la viscosidad del polímero y asegurar un buen recubrimiento de las fibras. Las fibras así impregnadas se conforman a continuación. Pueden, por ejemplo, recortarse en bandas de diferentes anchuras, después depositarse bajo una prensa, después calentarse a una temperatura superior a la temperatura de fusión del polímero para asegurar la cohesión del material y principalmente la adherencia del polímero sobre las fibras. Este método de impregnación y de conformación permite realizar piezas con una estructura de alta firmeza mecánica.

30 Uno de los inconvenientes de esta técnica reside en la temperatura de calentamiento necesaria para la obtención de estos materiales. La temperatura de fusión de los polímeros depende principalmente de su naturaleza química. Esta puede ser relativamente elevada para los polímeros de tipo poliamida 6, incluso muy elevada para los polímeros de tipo poli(sulfuro de fenileno) (PPS), poliamida HT, poli(éter éter cetona) (PEEK) o poli(éter cetona cetona) (PEKK), por ejemplo. La temperatura de calentamiento puede, por lo tanto, ascender a temperaturas superiores a 250°C, e incluso superiores a 350°C, temperaturas que son muy superiores a la temperatura de ebullición y al punto de inflamabilidad del disolvente, que son respectivamente 305°C y 150°C para la benzofenona. En este caso, se asiste a una salida brusca del disolvente que induce una fuerte porosidad en el seno de las fibras y provoca, por consiguiente, la aparición de defectos en el material compuesto. El procedimiento es, por lo tanto, difícilmente reproducible e implica riesgos de incendio que ponen en peligro a los operarios. Finalmente, la utilización de disolventes orgánicos debe evitarse por razones medioambientales y de higiene y seguridad de los operarios.

45 El documento EP 0 406 067, depositado con los nombres conjuntos de Atochem y del Estado Francés, así como el documento EP0 201 367, describen una técnica de impregnación sobre lecho fluidizado de polvo de polímero. Las fibras penetran en un contenedor de fluidización cerrada donde, en lo que se refiere a EP 0 406 067, se separan eventualmente las unas de las otras mediante rodillos o cilindros acanalados, las fibras se cargan electrostáticamente, por frotamiento en contacto con estos rodillos o cilindros. Esta carga electrostática permite que el polvo de polímero se pegue en la superficie de las fibras y así las impregne.

50 La solicitud internacional WO 2016/062896 describe un espolvoreo de mecha por un procedimiento electrostático en carga voluntaria, por puesta en masa de la mecha y aplicación de una diferencia de potencial entre la punta de una pistola o boquillas de espolvoreo y la mecha.

55 El documento WO2008/135663 describe, en una tercera variante, la realización de una cinta de fibras impregnada. En este documento, la cinta de fibras ya está preformada previamente a la etapa de impregnación, en forma de una cinta formada por fibras mantenidas juntas por medios de contención. La cinta así preformada se carga previamente con electricidad estática y se sumerge en un recinto que contiene un lecho fluidizado de partículas finas de polímero en suspensión en aire comprimido, de manera que se reviste la cinta con una capa de revestimiento de polímero. Dicho documento no permite realizar una impregnación de una o varias mechas de fibras simultáneamente, ni una conformación, en continuo, de las mechas impregnadas en forma de cintas.

El documento EP2586585 también describe el principio de impregnar las fibras pasándolas en un lecho fluidizado de partículas de polímero. En cambio, no describe un conformado en continuo de una o varias mechas así impregnadas, en forma de una o varias cintas paralelas unidireccionales.

5 La solicitud US 2002/0197397 describe un procedimiento de impregnación de fibras por una mezcla de polvos de polímeros, efectuándose dicha mezcla directamente en un lecho fluidizado, sin combinación.

La solicitud internacional WO 2015/121583 describe un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado por impregnación de dicho material en lecho fluidizado, después calandrado en caliente de dicha mecha lo que permite la conformación de dicha mecha o de dichas mechas paralelas de dicho material.

10 El calandrado en caliente se efectúa aguas abajo del dispositivo de impregnación y permite homogeneizar el reparto del polímero y la impregnación de las fibras, pero no permite obtener una cinta impregnada de manera homogénea. La porosidad obtenida no se cuantifica. El documento EP0335186 describe la posibilidad de utilizar una calandria o una prensa para compactar un material compuesto que comprende las fibras metálicas impregnadas, utilizado para la fabricación de cuerpo moldeado para el blindaje frente a la radiación electromagnética. No describe el hecho de impregnar una o varias mechas de fibras y su conformación, en continuo, en forma de una o varias cintas paralelas unidireccionales por calentamiento después de la impregnación mediante una pieza tensora conductora del calor y de al menos un sistema de calentamiento.

15 El documento EP 2 725 055 describe un procedimiento de impregnación de un refuerzo fibroso por PEEK que comprende las etapas siguientes:

- 1) Alimentación continua de un refuerzo fibroso,
- 20 2) Combinación del refuerzo fibroso y de un oligómero de PEEK para formar un material compuesto,
- 3) Polimerización del oligómero en poli PEEK,
- 4) Enfriamiento y recuperación del material compuesto que comprende el refuerzo fibroso y el poli PEEK.

El documento EP 0 287 427 describe un procedimiento de impregnación por vía fundida con un ensanchamiento de las mechas con tensores.

25 Una primera zona de ensanchamiento con tensores permite ensanchar las fibras antes de impregnarlas por vía fundida, después está presente una segunda zona de tensores calentada.

30 El documento JP 2013 132890 describe un procedimiento de producción de cintas plásticas reforzadas por fibras caracterizado por que las fibras pasan a través de una máquina de recubrimiento de resina termoplástica, en particular un extrusor con cabezal transversal, después paso de las fibras impregnadas en una guía que comprende una parte superior y una parte inferior, pudiendo comprender la parte inferior rodillos y pudiendo estar la guía calentada.

La solicitud internacional WO 96/28258) describe un procedimiento que no comprende ensanchamiento de la mecha.

35 Las fibras se introducen en una cámara de recubrimiento por polvo en la que las partículas de polvo cargadas electrostáticamente se depositan sobre las fibras, después las mechas se introducen en un horno en el que las partículas se funden parcialmente sobre las fibras y las fibras impregnadas se pasan a continuación alrededor de un rodillo de enfriamiento.

Respecto a la conformación de los materiales fibrosos impregnados en forma de cintas calibradas, adaptadas para la fabricación de piezas compuestas tridimensionales por depósito automático mediante un robot, esta se realiza en general después en post-tratamiento.

40 Así, el documento WO92/20521 describe la posibilidad de impregnar una mecha de fibras pasándola en un lecho fluidizado de partículas de polvo termoplástico. Las fibras así recubiertas de partículas de polímero se calientan en un horno, o un dispositivo de calentamiento, para que el polímero penetre bien y recubra las fibras. Un post-tratamiento del refuerzo fibroso impregnado obtenido, puede consistir en pasarlo en un conjunto de rodillo de calandrado que permite mejorar la impregnación por la matriz todavía líquida. Dicho documento no permite realizar una impregnación de una o varias mechas de fibras y un conformado, en continuo, de las mechas impregnadas en forma de una o varias cintas paralelas unidireccionales.

45 La calidad de las cintas de material fibroso impregnado, y, por lo tanto, la calidad del material compuesto final, depende no solamente de la homogeneidad de la impregnación de las fibras y, por lo tanto, del control y de la reproducibilidad de la porosidad del material fibroso impregnado, sino igualmente de la dimensión y más particularmente de la anchura y del grosor de las cintas finales. Una regularidad y un control de estos dos parámetros dimensionales permite, en efecto, mejorar la firmeza mecánica de los materiales compuestos obtenidos (a partir de las cintas).

50 Actualmente, cualquiera que sea el procedimiento utilizado para la impregnación de los materiales fibrosos, la fabricación de cintas de poca anchura, es decir, con una anchura inferior a 400 mm, necesita generalmente un corte

longitudinal (es decir, un recorte) de bandas con una anchura superior a 400 mm, también denominadas napas. Las cintas así dimensionadas se recogen a continuación para ser depositadas por un robot mediante una cabeza.

Además, los rodillos de napas no sobrepasan una longitud del orden de 1 km, las cintas obtenidas después del recorte no son, en general, lo suficientemente largas como para fabricar determinadas piezas compuestas de tamaño importante durante el depósito por el robot. Las cintas, por lo tanto, deben empalmarse para obtener una longitud más importante, creando de esta manera sobreespesores. Estos sobreespesores conllevan la aparición de heterogeneidades que son perjudiciales para la obtención de materiales compuestos de buena calidad que constituyen dichas piezas compuestas. Además, estos sobreespesores necesitan una parada de la máquina y la reactivación del robot y, por lo tanto, pérdida de tiempo de y de productividad.

Las técnicas actuales de impregnación de materiales fibrosos y de conformación de dichos materiales fibrosos impregnados en forma de cintas calibradas presentan, por lo tanto, varios inconvenientes. Por ejemplo, es difícil calentar de manera homogénea una mezcla fundida de polímeros termoplásticos en una hilera y a la salida de hilera, hasta el fondo del material, lo que altera la calidad de la impregnación. Además, la diferencia de temperatura existente entre las fibras y una mezcla fundida de polímeros a nivel de la hilera de impregnación altera igualmente la calidad y la homogeneidad de la impregnación. Además, este modo de impregnación por vía fundida no permite la obtención de una alta tasa de fibras o de grandes velocidades de producción a causa de la gran viscosidad de las resinas termoplásticas, principalmente cuando estas presentan temperaturas de transición vítrea elevadas, lo que es necesario para la obtención de materiales compuestos de alto rendimiento.

La utilización de disolventes orgánicos implica generalmente la aparición de defectos en el material, así como riesgos medioambientales, de sanidad y de seguridad en general.

El conformado, por post-tratamiento a alta temperatura del material fibroso impregnado en forma de bandas, sigue siendo difícil porque no permite siempre un reparto homogéneo del polímero en el seno de las fibras, lo que conlleva la obtención de un material de menor calidad, con una porosidad mal controlada.

El corte de napas para la obtención de cintas calibradas y el empalme de estas cintas induce un coste suplementario de fabricación. El corte genera además problemas importantes de polvos que contaminan las cintas de materiales fibrosos impregnados utilizadas para el robot de depósito y pueden conllevar disfunciones de los robots y/o imperfecciones en los materiales compuestos. Esto conlleva potencialmente costes de reparación de los robots, una parada de la producción y el desecho de los productos no conformes. Finalmente, durante la etapa de corte, una cantidad no despreciable de fibras se deteriora, induciendo una pérdida de propiedades, y principalmente una reducción de la resistencia mecánica y de la conductividad, de las cintas de material fibroso impregnado.

Además del sobrecoste y el deterioro de las cintas inducidos por el proceso de corte, otro inconveniente del corte de napas de anchura superior a 400 mm principalmente es la longitud máxima de las cintas obtenidas. En efecto, la longitud de estas napas anchas solo supera raramente los 1.000-1.200 m lineales, principalmente a causa del peso final de las napas obtenidas que debe ser compatible con el procedimiento de corte. Ahora bien, para la realización de numerosas piezas compuestas por depósito de cintas calibradas, principalmente para las piezas de gran dimensión, una bobina de 1.000 m es demasiado corta para no tener que realimentar el robot en el curso de fabricación de la pieza, induciendo también aquí un sobrecoste. Para aumentar la dimensión de las cintas cortadas, es posible empalmar varias bobinas; este procedimiento consiste en la superposición y la soldadura en caliente de dos cintas, induciendo un sobreespesor en la cinta final, y por lo tanto defectos por venir durante el depósito con un sobreespesor situado de manera aleatoria en la pieza final.

Por otra parte, los diferentes procedimientos descritos anteriormente no permiten una impregnación homogénea de la mecha, lo que es desfavorable para las aplicaciones enumeradas anteriormente.

La impregnación no se efectúa siempre a fondo y si dichos documentos citados anteriormente indican una impregnación a fondo, se muestra que la porosidad obtenida es demasiado importante, principalmente para las aplicaciones enumeradas anteriormente. La invención tiene, por lo tanto, como objeto remediar al menos uno de los inconvenientes de la técnica anterior. La invención está dirigida principalmente a proponer un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado, por una técnica de preimpregnación a gran velocidad seguida de al menos una etapa de calentamiento de la matriz termoplástica, permitiendo la fusión o el mantenimiento en fusión de dicho polímero termoplástico después de la preimpregnación, mediante al menos una pieza tensora (E) conductora del calor y al menos un sistema de calentamiento, con la exclusión de una calandria calefactora, y obtener un material fibroso impregnado que presenta una impregnación homogénea de las fibras, principalmente a fondo, y de dimensiones controladas, con una porosidad reducida, controlada y reproducible de lo que depende los rendimientos de la pieza compuesta final.

### Breve descripción de la invención

A este efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado que comprende un material fibroso en fibras continuas y al menos una matriz de polímero termoplástico, caracterizado por que dicho material fibroso impregnado se realiza en una cinta única unidireccional o en una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales y caracterizado por que dicho procedimiento comprende, una etapa de preimpregnación de dicho

material fibroso que se presenta en forma de una mecha o de varias mechas paralelas por dicho material termoplástico y al menos una etapa de calentamiento de la matriz termoplástica que permite la fusión o el mantenimiento en fusión de dicho polímero termoplástico después de la preimpregnación,

5 efectuándose dicha al menos una etapa de calentamiento mediante al menos una pieza tensora (E) no calefactora y no conductora del calor y al menos un sistema de calentamiento, con la excepción de una calandria calefactora,

estando dicha mecha o dichas mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza tensora (E) y desplazándose parcialmente o totalmente en la superficie de dicha al menos una pieza tensora (E) presente a nivel del sistema de calentamiento.

10 Dicho procedimiento es con la exclusión de cualquier procedimiento electrostático en carga voluntaria, llevándose a cabo la preimpregnación con un lecho fluidizado, principalmente a alta velocidad y siendo la tasa de porosidad de dicho material fibroso preimpregnado inferior al 10 %, principalmente inferior al 5 %, en particular inferior al 2 %.

Ventajosamente, dicho material fibroso impregnado no es flexible.

15 La impregnación efectuándose a fondo en el procedimiento de la invención, hace que el material fibroso impregnado sea no flexible por oposición a los materiales fibrosos impregnados de la técnica en la que la impregnación es parcial, lo que da lugar a la obtención de un material fibroso flexible. Ventajosamente, dicha cinta está impregnada con una tasa elevada de fibras en volumen, comprendida entre el 45 y el 65 % en volumen, preferentemente del 50 al 60 % en volumen, principalmente del 54 al 60 %. Ventajosamente, la tasa de fibras en volumen es constante en al menos el 70 % del volumen de la banda o cinta, principalmente en al menos el 80 % del volumen de la banda o cinta, en particular en al menos el 90 % del volumen de la banda o cinta, más particularmente en al menos el 95 % del volumen de la banda o cinta.

Ventajosamente, el reparto de las fibras es homogéneo en al menos el 95 % del volumen de la banda o cinta.

El término « homogéneo » significa que la impregnación es uniforme y que no hay fibras secas, es decir, no impregnadas, en al menos el 95 % del volumen de la banda o cinta de material fibroso impregnado.

La medida de la tasa de fibras en volumen se efectúa localmente sobre un volumen elemental representativo (VER).

25 El término « constante » significa que la tasa de fibras en volumen es constante con la indeterminación de la medida reconocida que es de más o menos el 1 %.

La etapa de preimpregnación del procedimiento de la invención se efectúa en lecho fluidizado.

30 La expresión « pieza tensora (E) » significa cualquier sistema sobre el que la mecha tiene la posibilidad de desplazarse. La pieza tensora (E) puede tener cualquier forma a partir del momento en el que la mecha pueda desplazarse por la parte superior. Puede ser fija o en rotación.

El sistema de calentamiento es cualquier sistema que libera calor o que emite una radiación susceptible de calentar la mecha sin calentar la pieza tensora (E). La pieza tensora (E) es, por consiguiente, no conductora del calor o no absorbe la radiación emitida por el calor.

35 La expresión « pieza tensora (E) no conductora del calor » significa que la pieza tensora (E) está constituida por un material incapaz de absorber y conducir el calor. Dicha al menos una pieza tensora (E) está situada o comprendida en el entorno del sistema de calentamiento, es decir, que no está en el exterior del sistema de calentamiento. Dicha al menos una pieza tensora (E) está, por lo tanto, en su totalidad en el interior del sistema de calentamiento.

40 Ventajosamente dicho sistema de calentamiento corona dicha al menos una pieza tensora (E). El sistema de calentamiento está a una altura suficiente como para que el polímero presente sobre la mecha pueda fundirse o que se mantenga su fusión, en función de la tecnología utilizada para la preimpregnación, pero sin degradar dicho polímero.

No obstante, dicho sistema de calentamiento comprende únicamente dicha al menos una pieza tensora (E), pero puede comprender igualmente una parte de la mecha, fuera de dicho sistema tensor (E), estando situada dicha porción de mecha antes y/o después de dicho sistema tensor (E).

45 La altura entre el sistema de calentamiento y los tensores está comprendida entre 1 y 100 cm, preferentemente entre 2 y 30 cm, en particular entre 2 y 10 cm.

Una representación de un sistema de calentamiento y de tres tensores (E), correspondiente a R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>, se presenta en la figura 1, sin estar limitado en cualquier cosa a esta.

50 Es muy evidente que puede estar presente un segundo sistema de calentamiento bajo los tensores lo que permite así una fusión uniforme de dicho polímero sobre las dos superficies de la mecha. El sistema de calentamiento representado en la figura 1 es un sistema horizontal. Sin embargo, el o los sistemas de calentamiento pueden estar dispuestos verticalmente con el desplazamiento igualmente vertical de la mecha a través de los tensores.

- 5 Los inventores han encontrado, por lo tanto, de manera inesperada que la etapa de calentamiento tal como se ha descrito anteriormente efectuada después de la etapa de preimpregnación permitía, debido al desplazamiento parcial o total de dicha mecha sobre dicha o dichas piezas tensoras (E), obtener una superficie de contacto con dicha mecha muy superior a una calandria y ejercer así una presión sobre dicha mecha durante un tiempo más importante que con una calandria, lo que tiene como efecto provocar un ensanchamiento de dicha mecha a nivel del o de los rodillos.
- 10 Paralelamente a esto, el sistema de calentamiento permite únicamente el calentamiento de la mecha preimpregnada por el material termoplástico sin calentar la pieza tensora (E), lo que puede provocar la fusión del polímero termoplástico sobre dicha mecha antes incluso de su ensanchamiento y cuando la mecha llega a contacto del primer tensor (E o R<sub>1</sub> en la figura 1), su ensanchamiento permite entonces la impregnación homogénea y a fondo de esta por el polímero termoplástico en fusión con una tasa de porosidad muy baja, lo que da lugar así a una tasa elevada de fibras en volumen, principalmente constante en al menos el 70 % del volumen de la banda o cinta, principalmente en al menos el 80 % del volumen de la banda o cinta, en particular en al menos el 90 % del volumen de la banda o cinta, más particularmente en al menos el 95 % del volumen de la banda o cinta.
- 15 El término «homogéneo» significa que la impregnación es uniforme y que no existe una variación significativa en la anchura de las cintas ni de las fibras secas a nivel del material fibroso impregnado.
- Por fibra seca, se entiende una fibra desprovista de polímero o no rodeada totalmente de polímero.
- Por consiguiente, esta etapa de calentamiento permite perfeccionar la impregnación de la mecha efectuada previamente durante la etapa de preimpregnación y principalmente obtener una impregnación homogénea y a fondo.
- Una calandria calefactora se excluye del campo de la invención respecto a dicho sistema de calentamiento.
- 20 Par calandria calefactora, se debe entender un sistema de cilindros lisos o con muescas superpuestos entre los que la mecha podría circular, ejerciendo dichos cilindros una presión sobre dicha mecha para alisarla y efectuar su conformado.
- Por lo tanto, no existe un conformado de dicha mecha a nivel de dicha etapa de preimpregnación y de dicha etapa de calentamiento, en particular ausencia de control preciso de la anchura y del espesor de la cinta en este estadio del procedimiento.
- 25 La expresión «en carga voluntaria» significa que se aplica una diferencia de potencial entre el material fibroso y el polvo. La carga está principalmente controlada y amplificada. Los granos de polvos impregnan entonces el material fibroso por atracción del polvo cargado al otro lado de la fibra. Se puede cargar eléctricamente, negativamente o positivamente, el polvo por diferentes medios (diferencia de potencial entre dos electrodos metálicos, frotamiento mecánico sobre partes metálicas etc ..) y cargar la fibra inversamente (positivamente o negativamente).
- 30 El procedimiento de la invención no excluye la presencia de cargas electrostáticas que podrían aparecer por frotamiento del material fibroso sobre los elementos de la unidad aplicada antes o a nivel del contenedor, pero que son en todo caso cargas involuntarias.
- Matriz de polímero
- 35 Se entiende por termoplástico, o polímero termoplástico, un material generalmente sólido a temperatura ambiente, que puede ser semicristalino o amorfo, y que se ablanda durante un aumento de temperatura, en particular después del paso de su temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) y fluye a una temperatura más alta cuando es amorfo, o que puede presentar una fusión franca con el paso de su temperatura denominada de fusión (T<sub>f</sub>) cuando es semicristalino, y que se convierte en sólido durante una disminución de temperatura por debajo de su temperatura de cristalización (para un semicristalino) y por debajo de su temperatura de transición vítrea (para un amorfo).
- 40 La T<sub>g</sub> y la T<sub>f</sub> se determinan por análisis calorimétrico diferencial (DSC) según la norma 11357-2 :2013 y 11357-3 :2013, respectivamente.
- 45 Respecto al polímero de constitución de la matriz de preimpregnación del material fibroso, es ventajosamente un polímero termoplástico o una mezcla de polímeros termoplásticos. Este polímero o mezcla de polímeros termoplásticos puede triturarse en forma de polvo, con el fin de poderlo utilizar en un dispositivo tal como un contenedor, principalmente en lecho fluidizado o en dispersión acuosa.
- El dispositivo en forma de contenedor, principalmente en lecho fluidizado puede ser abierto o cerrado.
- 50 De manera facultativa, el polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos comprende además cargas carbonadas, en particular negro de carbono o nanocargas carbonadas, preferentemente elegidas entre nanocargas carbonadas, en particular grafenos y/o nanotubos de carbono y/o nanofibrillas de carbono o sus mezclas. Estas cargas permiten conducir la electricidad y el calor, y permiten, por consiguiente, facilitar la fusión de la matriz de polímero cuando esta se calienta.

Opcionalmente, dicho polímero termoplástico comprende al menos un aditivo, principalmente elegido entre un catalizador, un antioxidante, un estabilizante térmico, un estabilizante UV, un estabilizante de la luz, un lubricante, una carga, un plastificante, un agente ignífugo, un agente nucleante, un alargador de cadena y un colorante, un agente conductor eléctrico, un agente conductor térmico o una mezcla de los mismos.

5 Ventajosamente, dicho aditivo se elige entre un agente ignífugo, un agente conductor eléctrico y un agente conductor térmico.

10 Según otra variante, el polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos puede comprender además polímeros de cristales líquidos o poli(tereftalato de butileno) ciclado, o mezclas que contienen, como la resina CBT100 comercializada por la empresa CYCLICS CORPORATION. Estos compuestos permiten principalmente fluidificar la matriz de polímero en estado fundido, para una mejor penetración en el corazón de las fibras. Según la naturaleza del polímero, o mezcla de polímeros termoplásticos, utilizado para realizar la matriz de preimpregnación, principalmente su temperatura de fusión, se elegirá uno u otro de estos compuestos.

Los polímeros termoplásticos que entran en la constitución de la matriz de preimpregnación del material fibroso, pueden elegirse entre:

15 - los polímeros y copolímeros de la familia de las poliamidas (PA) alifáticas, cicloalifáticas o PA semiaromáticas (también denominadas politalamidas (PPA)),

- las poliureas, en particular aromáticas,

- los polímeros y copolímeros de la familia de los acrílicos como los poliacrilatos, y más particularmente el polimetacrilato de metilo (PMMA) o sus derivados

20 - los polímeros y copolímeros de la familia de las poliariéter cetonas (PAEK) como la poli(éter éter cetona) (PEEK), o las poliariéter cetonas cetonas (PAEKK) como la poli(éter cetona cetona) (PEKK) o sus derivados,

- las poliéter-imidas (PEI) aromáticas,

- los poliarilsulfuros, en particular los polifenileno sulfuros (PPS),

- las poliarilsulfonas, en particular las polifenileno sulfonas (PPSU),

25 - las poliolefinas, en particular el polipropileno (PP);

- el ácido poliláctico (PLA),

- el alcohol polivinílico (PVA),

- los polímeros fluorados, en particular el poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), o el politetrafluoroetileno (PTFE) o el policlorotrifluoroetileno (PCTFE),

30 y sus mezclas.

Ventajosamente, cuando dicho polímero es una mezcla de dos polímeros P1 y P2, la proporción en peso de polímero P1 y P2 está comprendida entre el 1-99 % al 99-1 %.

35 Ventajosamente, cuando dicho polímero termoplástico es una mezcla, y el procedimiento de preimpregnación utiliza un polvo seco, esta mezcla se presenta en forma de un polvo obtenido bien por « mezclado en seco » antes de la introducción en el contenedor de preimpregnación o por « mezclado en seco » realizado directamente en el contenedor o también, por trituración de un compuesto realizada previamente en el extrusor.

Ventajosamente, esta mezcla está compuesta por un polvo obtenido por « mezclado en seco » antes de la introducción en el contenedor o directamente en el contenedor, y esta mezcla de dos polímeros P1 y P2 es una mezcla de PEKK y de PEI.

40 Ventajosamente, la mezcla PEKK/PEI está comprendida por el 90-10 % al 60-40 % en peso, en particular del 90-10 % al 70-30 % en peso.

45 El polímero termoplástico puede corresponder al polímero final no reactivo que impregnará el material fibroso o a un prepolímero reactivo, que impregnará igualmente el material fibroso, pero que es susceptible de reaccionar consigo mismo o con otro prepolímero, en función de los extremos de cadena portados por dicho prepolímero, después de la preimpregnación, o también con un alargador de cadena y principalmente durante un calentamiento a nivel de una calandria calefactora.

La expresión « polímero no reactivo » significa que el peso molecular no es susceptible de cambiar significativamente, es decir, que su masa molecular en número (Mn) cambia menos del 50 % durante su aplicación y corresponde, por lo tanto, al polímero poliamida final de la matriz termoplástica.

Por el contrario, la expresión «polímero reactivo» significa que el peso molecular de dicho polímero reactivo va a cambiar durante la aplicación por reacción de prepolímeros reactivos entre ellos por condensación, sustitución o con un alargador de cadena por poliadición y sin eliminación de subproductos volátiles para dar lugar al polímero poliamida final (no reactivo) de la matriz termoplástica.

- 5 Según una primera posibilidad, dicho prepolímero puede comprender o estar constituido por, al menos un prepolímero (poliamida) reactivo portador sobre la misma cadena (es decir, sobre el mismo prepolímero), de dos funciones terminales X' e Y', funciones respectivamente correactivas entre ellas por condensación, más particularmente siendo X' e Y' amina y carboxi o carboxi y amina, respectivamente. Según una segunda posibilidad, dicho prepolímero puede comprender o estar constituido por, al menos dos prepolímeros poliamidas reactivos entre ellos y portadores cada uno respectivamente de dos funciones terminales X' o Y', idénticas (idénticas para el mismo prepolímero y diferentes entre los dos prepolímeros), pudiendo reaccionar dicha función X' de un prepolímero solamente con dicha función Y' del otro prepolímero, en particular, por condensación, más particularmente siendo X' e Y' amina y carboxi o carboxi y amina, respectivamente. Según una tercera posibilidad, dicho prepolímero puede comprender o estar constituido por, al menos un prepolímero de dicho polímero poliamida termoplástico, portador de n funciones reactivas terminales X, elegidas entre: -NH<sub>2</sub>, -CO<sub>2</sub>H y -OH, preferentemente NH<sub>2</sub> y -CO<sub>2</sub>H siendo n 1 a 3, preferentemente de 1 a 2, más preferentemente 1 o 2, más particularmente 2 y al menos un alargador de cadena Y-A'-Y, siendo A' un birradical hidrocarbonado, portador de 2 funciones reactivas terminales Y idénticas, reactivas por poliadición con al menos una función X de dicho prepolímero a1), preferentemente de masa molecular inferior a 500, más preferentemente inferior a 400.
- 20 La masa molecular media en número Mn de dicho polímero final de la matriz termoplástica está preferentemente en un rango que va de 10.000 a 40.000, preferentemente de 12.000 a 30.000. Estos valores de Mn pueden corresponder a viscosidades inherentes superiores o iguales a 0,8 tal como se determinan en el m-cresol según la norma ISO 307:2007, pero cambiando el disolvente (utilización del m-cresol en lugar del ácido sulfúrico y siendo la temperatura 20°C).
- 25 Dichos prepolímeros reactivos según las dos opciones citadas más arriba, tienen una masa molecular media en número Mn que va de 500 a 10.000, preferentemente de 1.000 a 6.000, en particular de 2.500 a 6.000.

Los Mn se determinan en particular por el cálculo a partir de la tasa de las funciones terminales determinada por titulación potenciométrica en disolución y la funcionalidad de dichos prepolímeros. Las masas Mn pueden determinarse igualmente por cromatografía de exclusión estérica o por RMN.

- 30 La nomenclatura utilizada para definir las poliamidas se describe en la norma ISO 1874-1:2011 "Plastiques - Matériaux polyamides (PA) pour moulage et extrusion - Partie 1: Désignation", principalmente en la página 3 (tablas 1 y 2) y es muy conocida por el experto en la técnica.

- La poliamida puede ser una homopoliamida o una copoliamida o una mezcla de las mismas. Ventajosamente, los prepolímeros de constitución de la matriz se eligen entre las Poliamidas (PA), en particular, se eligen entre las poliamidas alifáticas, las poliamidas cicloalifáticas, y las poliamidas semiaromáticas (polifalámidas) modificadas eventualmente por restos de urea, y sus copolímeros, el Polimetacrilato de metilo (PPMA) y sus copolímeros, las Poliéter imidas (PEI), el Poli(sulfuro de fenileno) (PPS), la Poli(sulfona de fenileno) (PPSU), la Poli(étercetonacetona) (PEKK), la Poli(éteréterceton) (PEEK), los polímeros fluorados como el poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF).

- 40 Para los polímeros fluorados, se puede utilizar un homopolímero del fluoruro de vinilideno (VDF de fórmula CH<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>) o un copolímero del VDF que comprende en peso al menos el 50 % en masa de VDF y al menos otro monómero copolimerizable con VDF. El contenido en VDF debe ser superior al 80 % en masa, incluso mejor 90 % en masa, para asegurar una buena resistencia mecánica y química en la pieza de estructura, sobre todo cuando se somete a tensiones térmicas y químicas. El comonómero puede ser un monómero fluorado tal como, por ejemplo, fluoruro de vinilo.

- 45 Para las piezas de estructura que deben resistir temperaturas elevadas, además de los polímeros fluorados, se utilizan ventajosamente según la invención los PAEK (PoliAriÉterCetona) tales como las poliéter cetonas PEK, la poli(éteréterceton) PEEK, la poli(étercetonacetona) PEKK, la Poli(étercetonacetona) PEKEKK o las PA de alta temperatura de transición vítrea Tg).

- 50 Ventajosamente, dicho polímero termoplástico es un polímero cuya temperatura de transición vítrea es tal que Tg ≥ 80°C, principalmente ≥ 100°C, en particular ≥ 120°C, principalmente ≥ 140°C, o un polímero semicristalino cuya temperatura de fusión Tf ≥ 150°C.

Ventajosamente, dicho al menos un prepolímero termoplástico se selecciona entre las poliamidas, la PEKK, la PEI y una mezcla de PEKK y de PEI.

- 55 Ventajosamente, dicha poliamida se elige entre las poliamidas alifáticas, las poliamidas cicloalifáticas y las poliamidas semiaromáticas (polifalámidas). Ventajosamente, dicho prepolímero poliamida alifática se elige entre:

5 - la poliamida 6 (PA-6), la poliamida 11 (PA-11), la poliamida 12 (PA-12), la poliamida 66 (PA-66), la poliamida 46 (PA-46), la poliamida 610 (PA-610), la poliamida 612 (PA-612), la poliamida 1010 (PA-1010), la poliamida 1012 (PA-1012), la poliamida 11/1010 y la poliamida 12/1010, o una mezcla de las mismas o una copoliamida de las mismas, y los copolímeros de bloque, principalmente poliamida/poliéster (PEBA), y dicha poliamida semiaromática es una poliamida semiaromática, modificada eventualmente por unidades de urea, principalmente un PA MXD6 y un PA MXD10 o una poliamida semiaromática de fórmula X/YAr, tal como las descritas en EP1505099, principalmente una poliamida semiaromática de fórmula A/XT en la que A se elige entre un resto obtenido a partir de un aminoácido, un resto obtenido a partir de una lactama y un resto que responde a la fórmula (diamina en Ca).(diácido en Cb), con a representando el número de átomos de carbono de la diamina y b representando el número de átomos de carbono del diácido, estando cada uno de a y b comprendidos entre 4 y 36, ventajosamente entre 9 y 18, eligiéndose el resto (diamina en Ca) entre las diaminas alifáticas, lineales o ramificadas, las diaminas cicloalifáticas y las diaminas alquilaromáticas y eligiéndose el resto (diácido en Cb) entre los diácidos alifáticos, lineales o ramificados, los diácidos cicloalifáticos y los diácidos aromáticos.;

15 X.T designa un resto obtenido a partir de la policondensación de una diamina en Cx y del ácido tereftálico, con x representando el número de átomos de carbono de la diamina en Cx, estando x comprendido entre 6 y 36, ventajosamente entre 9 y 18, principalmente una poliamida de fórmula A/6T, A/9T, A/10T o A/11T, siendo A tal como se ha definido anteriormente, en particular, una poliamida PA 6/6T, una PA 66/6T, una PA 6I/6T, una PA MPMDT/6T, una PA PA11/10T, una PA 11/6T/10T, una PA MXDT/10T, una PA MPMDT/10T, una PA BACT/10T, una PA BACT/6T, PA BACT/10T/6T.

20 T corresponde al ácido tereftálico, MXD corresponde a la m-xilileno diamina, MPMD corresponde a la metilpentametileno diamina y BAC corresponde al bis(aminometil)ciclohexano.

Material fibroso:

25 Respecto a las fibras de constitución de dicho material fibroso, estas son principalmente fibras de origen mineral, orgánico o vegetal. Entre las fibras de origen mineral, se pueden citar las fibras de carbono, las fibras de vidrio, las fibras de basalto, las fibras de sílice, o las fibras de carburo de silicio, por ejemplo. Entre las fibras de origen orgánico, se pueden citar las fibras a base de polímero termoplástico o termoendurecible, tales como las fibras de poliamidas semiaromáticas, las fibras de aramida o las fibras de poliolefinas, por ejemplo. Preferentemente, son a base de polímero termoplástico amorfo y presentan una temperatura de transición vítrea Tg superior a la Tg del polímero o mezcla de polímero termoplástico de constitución de la matriz de preimpregnación cuando este último es amorfo, o superior a la Tf del polímero o mezcla de polímero termoplástico de constitución de la matriz de preimpregnación cuando este último es semicristalino. Ventajosamente, son a base de polímero termoplástico semicristalino y presentan una temperatura de fusión Tf superior a la Tg del polímero o mezcla de polímero termoplástico de constitución de la matriz de preimpregnación cuando este último es amorfo, o superior a la Tf del polímero o mezcla de polímero termoplástico de constitución de la matriz de preimpregnación cuando este último es semicristalino. Así, no hay ningún riesgo de fusión para las fibras orgánicas de constitución del material fibroso durante la impregnación por la matriz termoplástica del material compuesto final. Entre las fibras de origen vegetal, se pueden citar las fibras naturales a base de lino, de cáñamo, de lignina, de bambú, de seda principalmente de araña, de sisal, y otras fibras celulósicas, en particular de viscosa. Estas fibras de origen vegetal pueden utilizarse puras, tratadas o bien recubiertas por una capa de recubrimiento, con vista de facilitar la adherencia y la impregnación de la matriz de polímero termoplástico.

40 El material fibroso puede ser igualmente un tejido, trenzado o tejido con las fibras.

Puede corresponder igualmente a las fibras con hilos de mantenimiento.

Estas fibras de constitución pueden utilizarse solas o en mezclas. Así, las fibras orgánicas pueden mezclarse con fibras minerales para preimpregnarse de polímero termoplástico y formar el material fibroso preimpregnado.

45 Las mechas de fibras orgánicas pueden tener numerosos gramajes. Además, pueden presentar varias geometrías. Las fibras pueden presentarse en forma de fibras cortadas, que componen entonces los fieltros o las mantas que pueden presentarse en la forma de bandas, napas, o retazos, o en forma de fibras continuas, que componen los tejidos 2D, los no tejidos (NCF), los trenzados o mechas de fibras unidireccionales (UD) o no tejidos. Las fibras de constitución del material fibroso pueden presentarse además en forma de una mezcla de estas fibras de refuerzo de diferentes geometrías. Preferentemente, las fibras son continuas.

50 Preferentemente, el material fibroso está constituido por fibras continuas de carbono, de vidrio o de carburo de silicio o su mezcla, en particular fibras de carbono. Se utiliza en forma de una mecha o de varias mechas.

55 En los materiales impregnados también denominados «listos para usar», el polímero o mezcla de polímeros termoplásticos de impregnación se reparte uniformemente y de manera homogénea alrededor de las fibras. En este tipo de material, el polímero termoplástico de impregnación debe repartirse de la manera más homogénea posible en el seno de las fibras con el fin de obtener un mínimo de porosidades, es decir, un mínimo de espacios entre las fibras. En efecto, la presencia de porosidades en este tipo de materiales puede actuar como puntos de concentraciones de restricciones, durante la presencia de una restricción mecánica de tracción, por ejemplo, y que forman entonces puntos de inicio de ruptura del material fibroso impregnado y lo hacen más frágil mecánicamente. Un reparto homogéneo del

polímero o mezcla de polímeros mejora, por lo tanto, la firmeza mecánica y la homogeneidad del material compuesto formado a partir de estos materiales fibrosos impregnados.

5 Así, en el caso de materiales impregnados denominados «listos para usar», la tasa de fibras en dicho material fibroso preimpregnado está comprendida entre el 45 y el 65 % en volumen, preferentemente entre el 50 y el 60 % en volumen, principalmente entre el 54 y el 60 % en volumen.

10 La medida de la tasa de impregnación puede realizarse por análisis de imagen (utilización de microscopio o de cámara de fotos o de cámara numérica, principalmente), de un corte transversal de la cinta, dividiendo la superficie de la cinta impregnada por el polímero por la superficie total del producto (superficie impregnada más superficie de las porosidades). Con el fin de obtener una imagen de buena calidad, es preferible cubrir la cinta recortada en su sentido transversal en una resina de pulido estándar y pulir con un protocolo estándar lo que permite la observación de la muestra al microscopio con un aumento de 6 veces como mínimo. La tasa de porosidad de dicho material fibroso impregnado es inferior al 10 %, principalmente inferior al 5 %, en particular inferior al 2 %.

Debe indicarse que una tasa de porosidad nula es difícilmente accesible y que, por consiguiente, ventajosamente la tasa de porosidad es superior al 0 %, pero inferior a las tasas citadas anteriormente.

15 La tasa de porosidad corresponde a la tasa de porosidad cerrada y puede determinarse bien por microscopía electrónica, bien como la diferencia relativa entre la densidad teórica y la densidad experimental de dicho material fibroso impregnado tal como se describe en la parte de ejemplos de la presente invención.

Etapa de preimpregnación:

20 La etapa de preimpregnación como ya se ha indicado anteriormente, puede efectuarse según las técnicas muy conocidas del experto en la técnica y principalmente elegidas entre las descritas anteriormente.

La etapa de preimpregnación se efectúa en lecho fluidizado, principalmente a gran velocidad. Ventajosamente, la preimpregnación se efectúa en lecho fluidizado y una o varias piezas tensoras (E") están presentes aguas arriba de dicho sistema.

25 Debe indicarse que las piezas tensoras (E) y (E") pueden ser idénticas o diferentes a las que están a nivel del material o de la forma y sus características (diámetro, longitud, anchura, altura ... en función de la forma).

Lecho fluidizado:

Ventajosamente, la etapa de preimpregnación se efectúa en lecho fluidizado.

Un ejemplo de unidad de aplicación de un procedimiento de fabricación sin la etapa de calentamiento mediante al menos una pieza tensora se describe en la solicitud internacional WO 2015/121583.

30 Este sistema describe la utilización de un contenedor que comprende un lecho fluidizado para efectuar la etapa de preimpregnación y puede utilizarse en el marco de la invención.

Ventajosamente, el contenedor que comprende el lecho fluidizado está equipado con al menos una pieza tensora (E') (figura 2) que puede ser un rodillo de compresión (figura 3)).

35 Debe indicarse que las piezas tensoras (E) y (E') pueden ser idénticas o diferentes a las que se encuentran a nivel del material o de la forma y sus características (diámetro, longitud, anchura, altura ... en función de la forma).

Sin embargo, la pieza tensora (E') no es ni calefactora ni se calienta.

La etapa de preimpregnación del material fibroso se realiza por el paso de una o varias mechas en un dispositivo de preimpregnación en continuo, que comprende un contenedor (10) equipado con al menos una pieza tensora (E') y que comprende un lecho fluidizado (12) de polvo de dicha matriz de polímero.

40 El polvo de dicha matriz de polímero o polímero se pone en suspensión en un gas G (aire, por ejemplo) introducido en el contenedor y que circula en el contenedor (10) a través de una tolva (11). La o las mechas se ponen en circulación en este lecho fluidizado (12).

45 El contenedor puede tener cualquier forma, principalmente cilíndrica o paralelepípedica, en particular un paralelepípedo rectangular o un cubo, ventajosamente un paralelepípedo rectangular. El contenedor (10) puede ser un contenedor abierto o cerrado. Ventajosamente, es abierto. En el caso en el que el contenedor es cerrado, está equipado entonces con un sistema de hermeticidad para que el polvo de dicha matriz de polímero no pueda salir de dicho contenedor.

50 Esta etapa de preimpregnación se efectúa, por lo tanto, por vía seca, es decir, que la matriz de polímero termoplástico está en forma de polvo, principalmente en suspensión en un gas, en particular aire, pero no puede estar en dispersión en un disolvente o en agua. Cada mecha a preimpregnar se desenrolla de un dispositivo con devanaderas bajo la

- tracción engendrada por los cilindros (no representados). Preferentemente, el dispositivo con devanaderas comprende una pluralidad de devanaderas, permitiendo cada devanadera desenrollar una mecha a preimpregnar. Así, es posible preimpregnar varias mechas de fibras simultáneamente. Cada devanadera está provista de un freno (no representado) de manera que se aplica una tensión sobre cada mecha de fibras. En este caso, un módulo de alineamiento permite
- 5 disponer las mechas de fibras no pueden ponerse en contacto las unas con las otras, lo que permite evitar una degradación mecánica de las fibras por frotamiento entre ellas.
- La mecha de fibras o las mechas de fibras paralelas pasan entonces en un contenedor (10), que comprende en particular un lecho fluidizado (12), equipado con una pieza tensora (E') que es un rodillo de compresión (24) en el caso de la figura 3. La mecha de fibras o las mechas de fibras paralelas vuelven a salir entonces del contenedor después
- 10 de la preimpregnación después del control eventual del tiempo de contacto en el polvo.
- La expresión «tiempo de contacto en el polvo» significa el tiempo durante el cual la mecha está en contacto con dicho polvo en el lecho fluidizado.
- El procedimiento según la invención comprende, por lo tanto, un primer ensanchamiento durante la etapa de preimpregnación.
- 15 La utilización de al menos un tensor (E') en la etapa de preimpregnación permite, por lo tanto, una preimpregnación mejorada respecto a los procedimientos de la técnica anterior.
- Por pieza tensora (E'), se debe entender cualquier sistema sobre el cual la mecha tiene la posibilidad de desplazarse en el contenedor. La pieza tensora (E') puede tener cualquier forma a partir del momento en el que la mecha pueda desplazarse por encima.
- 20 Un ejemplo de pieza tensora (E'), sin restringir la invención a la misma, se detalla en la figura 2.
- Esta preimpregnación se realiza con el fin de permitir que el polvo de dicha matriz de polímero penetre en la mecha de fibra y adherirse a las fibras lo suficiente como para soportar el transporte de la mecha empolvada fuera del contenedor.
- Si el material fibroso, tal como las mechas de fibras de vidrio o de carbono, presenta un apresto, puede efectuarse una etapa opcional de desapresto antes del paso del material fibroso en el contenedor. El término «apresto» designa los tratamientos de superficie aplicados a las fibras de refuerzo a la salida de la hilera (apresto textil) y sobre los tejidos (apresto plástico).
- 25 El apresto "textil" aplicado sobre las fibras, a la salida de la hilera consiste en depositar un agente de unión que asegura la cohesión de las fibras entre ellas, disminuyendo la abrasión y facilitando las manipulaciones posteriores (tejido, drapeado, tricotado) y evitando la formación de cargas electrostáticas.
- El apresto "plástico" o "acabado" aplicado sobre los tejidos consiste en depositar un agente de reticulación cuyos papeles son asegurar una unión físico-química entre las fibras y la resina y proteger la fibra de su entorno.
- Ventajosamente, la etapa de preimpregnación se efectúa en lecho fluidizado con el control del tiempo de contacto en el polvo que está comprendido entre 0,01 s y 10 s, preferentemente entre 0,1 s y 5 s, y en particular entre 0,1 s y 3 s.
- 35 El tiempo de contacto del material fibroso en el polvo es esencial para la preimpregnación de dicho material fibroso.
- Por debajo de 0,1 s, la preimpregnación no es buena.
- Por encima de 10 s, la tasa de matriz de polímero que preimpregna el material fibroso es demasiado importante y las propiedades mecánicas del material fibroso preimpregnado serán malas.
- 40 Ventajosamente, el contenedor utilizado en el procedimiento de la invención comprende un lecho fluidizado y dicha etapa de preimpregnación se efectúa con un ensanchamiento simultáneo de dicha mecha o de dichas mechas entre la entrada y la salida del contenedor que comprende dicho lecho fluidizado.
- La expresión «entrada del contenedor de dicho lecho fluidizado» corresponde a la tangente vertical del borde del contenedor que comprende el lecho fluidizado.
- 45 La expresión «salida del contenedor de dicho lecho fluidizado» corresponde a la tangente vertical del otro borde del contenedor que comprende el lecho fluidizado.
- En función de la geometría del contenedor, la distancia entre la entrada y la salida de este se corresponde, por lo tanto, con el diámetro en el caso de un contenedor cilíndrico, al lado en el caso de un contenedor cúbico o con la anchura o la longitud en el caso de un contenedor paralelepípedo rectangular. El ensanchamiento consiste en singularizar al máximo cada fibra que constituye dicha mecha de las otras fibras que la rodean en su espacio más
- 50 próximo. Corresponde a la expansión transversal de la mecha.

En otros términos, la expansión transversal o la anchura de la mecha aumenta entre la entrada del lecho fluidizado (o del contenedor que comprende el lecho fluidizado) y la salida del lecho fluidizado (o del contenedor que comprende el lecho fluidizado) y permite así una preimpregnación mejorada del material fibroso.

El lecho fluidizado puede ser abierto o cerrado, en particular es abierto.

- 5 Ventajosamente, el lecho fluidizado comprende al menos una pieza tensora (E'), estando dicha mecha o dichas mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza tensora (E').

La figura 2 detalla un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) con una pieza tensora (E'), regulable en altura (22).

- 10 La mecha (21a) corresponde a la mecha antes de la preimpregnación que está en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza tensora (E') y se desplaza, por lo tanto, parcialmente o totalmente en la superficie de la pieza tensora (E') (22), estando sumergido dicho sistema (22) en el lecho fluidizado donde se efectúa la preimpregnación. Dicha mecha vuelve a salir entonces del contenedor (21b) después del control del tiempo de contacto en el polvo.

- 15 Dicha mecha (21a) puede estar o no en contacto con el borde de entrada del contenedor (23a) que puede ser un rodillo rotativo o fijo o un borde paralelepípedo.

Ventajosamente, dicha mecha (21a) está o no en contacto con el borde del contenedor (23a).

Ventajosamente, el borde de salida del contenedor (23b) es un rodillo, principalmente cilíndrico y rotativo.

- 20 Dicha mecha (21b) puede estar o no en contacto con el borde de salida del contenedor (23b) que puede ser un rodillo, principalmente cilíndrico y rotativo o fijo, o un borde paralelepípedo. Ventajosamente, dicha mecha (21b) está en contacto con el borde de salida del contenedor (23b). Ventajosamente, el borde de salida del contenedor (23b) es un rodillo, principalmente cilíndrico y rotativo.

- 25 Ventajosamente, dicha mecha (21a) está en contacto con el borde de entrada del contenedor (23a) y el borde de salida del contenedor (23b) es un rodillo, principalmente cilíndrico y rotativo y dicha mecha (21b) está en contacto con el borde de salida del contenedor (23b), y el borde de salida del contenedor (23b) es un rodillo, principalmente cilíndrico y rotativo.

Ventajosamente, dicha pieza tensora (E') es perpendicular a la dirección de dicha mecha o de dichas mechas.

Dicha pieza tensora (E') puede ser fija o estar en rotación.

Ventajosamente, dicho ensanchamiento de dicha mecha o de dichas mechas se efectúa al menos al nivel de dicha al menos una pieza tensora (E').

- 30 El ensanchamiento de la mecha se efectúa, por lo tanto, principalmente a nivel de la pieza tensora (E'), pero puede efectuarse igualmente a nivel del o de los bordes del contenedor si hay contacto entre la mecha y dicho borde.

En otro modo de realización, dicha al menos una pieza tensora (E') es un rodillo de compresión de forma convexa, cóncava o cilíndrica, preferentemente cilíndrica.

- 35 La forma convexa es favorable para el ensanchamiento mientras que la forma cóncava es desfavorable para el ensanchamiento, aunque, no obstante, este se efectúa.

La expresión «rodillo de compresión» significa que la mecha que se desplaza se apoya parcialmente o totalmente sobre la superficie de dicho rodillo de compresión, lo que induce el ensanchamiento de dicha mecha.

- 40 Ventajosamente, dicho al menos un rodillo de compresión tiene forma cilíndrica y el porcentaje de ensanchamiento de dicha mecha o de dichas mechas entre la entrada y la salida del contenedor de dicho lecho fluidizado está comprendido entre el 1 % y el 1000 %, preferentemente entre el 100 % y el 800 % preferentemente entre el 200 % y el 800 %, preferentemente entre el 400 % y el 800 %.

El porcentaje de ensanchamiento es igual respecto de la anchura final de la mecha sobre la anchura inicial de la mecha multiplicado por 100.

- 45 El ensanchamiento es función del material fibroso utilizado. Por ejemplo, el ensanchamiento de un material de fibra de carbono es mucho más importante que el de una fibra de lino. El ensanchamiento también es función del número de fibras en la mecha, de su diámetro medio y de su cohesión según el apresto.

El diámetro de dicho al menos un rodillo de compresión está comprendido entre 3 mm y 500 mm, preferentemente entre 10 mm y 100 mm, en particular entre 20 mm y 60 mm.

Por debajo de 3 mm, la deformación de la fibra inducida por el rodillo de compresión es demasiado importante.

Ventajosamente, el rodillo de compresión es cilíndrico y no acanalado y en particular es metálico.

5 Cuando la pieza tensora (E') es al menos un rodillo de compresión, según una primera variante, un solo rodillo de compresión está presente en el lecho fluidizado y dicha preimpregnación se efectúa a nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión.

10 El ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión permite la formación de una zona en la que el polvo va a concentrarse, lo que da lugar así a un « efecto de esquina » que con el ensanchamiento simultáneo de la mecha por dicho rodillo de compresión permite una preimpregnación sobre una anchura más importante de mecha y, por lo tanto, una preimpregnación mejorada en comparación con las técnicas de la técnica anterior mejorada.

En toda la descripción, todos los valores de ángulo proporcionados se expresan en valores absolutos.

Ventajosamente, el ángulo  $\alpha_1$  está comprendido entre 0 y 89°, preferentemente 5° y 85°, preferentemente 5° y 45°, preferentemente 5° y 30°.

15 No obstante, un ángulo  $\alpha_1$  comprendido entre 0 y 5° es susceptible de engendrar riesgos de sollicitación mecánica, lo que dará lugar a daños en las fibras y un ángulo  $\alpha_1$  comprendido entre 85° y 89° no crea un esfuerzo mecánico suficiente como para crear «el efecto de esquina».

Un valor del ángulo  $\alpha_1$  igual a 0° corresponde, por lo tanto, a una fibra vertical. Es muy evidente que la altura del rodillo de compresión cilíndrico es regulable permitiendo así poder posicionar la fibra verticalmente.

20 No se apartaría del marco de la invención si la pared del contenedor estuviera perforada para poder permitir la salida de la mecha.

Ventajosamente, el borde de entrada del contenedor (23a) está equipado con un rodillo, principalmente cilíndrico y rotativo sobre el cual se desplaza dicha mecha o dichas mechas dando lugar así a un ensanchamiento previo a la preimpregnación.

25 En un modo de realización, el ensanchamiento se inicia a nivel del borde de entrada del contenedor (23a) y se continúa a nivel de o de dichos tensores (E') definidos anteriormente.

En otro modo de realización, uno o varios tensores (E'') están presentes aguas arriba del contenedor que comprende el lecho fluidizado a nivel del cual o de los cuales se inicia el ensanchamiento.

Los tensores (E'') son tales como se han definido para (E').

30 Ventajosamente, el ensanchamiento se inicia a nivel de o de dichos tensores (E'') definidos anteriormente y se continúa eventualmente a nivel del borde de entrada del contenedor, después a nivel de o de dichos tensores (E') definidos anteriormente.

El ensanchamiento es entonces máximo después del paso a nivel del o de los rodillos de compresión (E').

35 Ventajosamente, el porcentaje de ensanchamiento de dicha mecha o de dichas mechas entre la entrada de los tensores (E'') y la salida del contenedor de dicho lecho fluidizado está comprendido entre el 1 % y el 1.000 %, preferentemente entre el 100 % y el 800 %, preferentemente entre el 200 % y el 800 %, preferentemente entre el 400 % y el 800 %.

La figura 3 describe un modo de realización, sin estar limitado al mismo, con un solo rodillo de compresión (24) o (R<sub>1</sub>), con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual un solo rodillo de compresión cilíndrico está presente y que muestra el ángulo  $\alpha_1$ .

40 Las flechas a nivel de la fibra indican el sentido de desplazamiento de la fibra.

Ventajosamente, el nivel de dicho polvo en dicho lecho fluidizado está al menos situado a mitad de altura de dicho rodillo de compresión.

45 Es muy evidente que «el efecto de esquina» provocado por el ángulo  $\alpha_1$  favorece la preimpregnación sobre una cara, pero el ensanchamiento de dicha mecha obtenido gracias al rodillo de compresión también permite tener una preimpregnación sobre la otra cara de dicha mecha. Dicho de otra manera, dicha preimpregnación está favorecida sobre una cara de dicha mecha o de dichas mechas a nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho al menos un rodillo de compresión R<sub>1</sub> y la tangente vertical al rodillo de compresión R<sub>1</sub>, pero el ensanchamiento también permite preimpregnar la otra cara.

El ángulo  $\alpha_1$  es tal como se ha definido anteriormente.

- Según una segunda variante, cuando la pieza tensora (E') es al menos un rodillo de compresión, entonces dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  están en dicho lecho fluidizado y dicha preimpregnación se efectúa a nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_1$  y/o a nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$ , precediendo dicho rodillo de compresión  $R_1$  a dicho rodillo de compresión  $R_2$  y pudiendo pasar dicha mecha o dichas mechas por encima (figura 4 y 5) o por debajo (figura 6 y 7) del rodillo de compresión  $R_2$ .
- Ventajosamente, los dos rodillos de compresión tienen una forma idéntica o diferente y se elige entre una forma convexa, cóncava o cilíndrica.
- 10 Ventajosamente, los dos rodillos de compresión son idénticos y cilíndricos no acanalados y en particular metálicos.
- El diámetro de los dos rodillos de compresión también puede ser idéntico o diferente y es tal como se ha definido anteriormente.
- Ventajosamente, el diámetro de los dos rodillos de compresión es idéntico.
- 15 Los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  pueden estar al mismo nivel uno respecto al otro y respecto al fondo del contenedor (figuras 5 y 6) o desplazados uno respecto al otro y respecto al fondo del contenedor, siendo la altura del rodillo de compresión  $R_1$  superior o inferior a la del rodillo de compresión  $R_2$  respecto al fondo del contenedor (figuras 4 y 7).
- Ventajosamente, cuando los dos rodillos están a alturas diferentes y la mecha pasa por encima del rodillo  $R_2$ , entonces  $\alpha_2$  está comprendido entre 0 y 90°.
- 20 Ventajosamente, dicha preimpregnación se efectúa, por lo tanto, a nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión sobre una cara de dicha mecha y a nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$  sobre la cara opuesta de dicha mecha que se obtiene pasando por encima del rodillo  $R_2$ .
- 25 Ventajosamente, dicha mecha en este modo de realización está sujeta a un ensanchamiento a nivel de cada ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .
- La figura 5 describe un modo de realización, sin estar limitado al mismo, con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , precediendo  $R_1$  a  $R_2$ , con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual están presentes los dos rodillos de compresión cilíndricos, al mismo nivel y uno al lado del otro, y muestran el caso en el que dicha o dichas mechas vuelven a salir entre dichos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ .
- 30 En este caso, el ángulo  $\alpha_2$  es igual a 0 y dicha o dichas mechas pasan por encima del rodillo  $R_2$ .
- Las flechas a nivel de la fibra indican el sentido de desplazamiento de la fibra.
- De manera alternativa, dicha mecha o dichas mechas se desplazan en la entrada entre dichos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  y vuelven a salir después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$ .
- 35 Ventajosamente, dicha mecha o dichas mechas están en contacto en la entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y vuelven a salir al exterior del rodillo de compresión  $R_2$  después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$ , bajo el rodillo  $R_2$ , siendo el ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$ . En este caso, el ángulo  $\alpha_2 = 90^\circ$ .
- 40 Dicha preimpregnación se efectúa, por lo tanto, a nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión sobre una cara de dicha mecha y a nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$  sobre la misma cara de dicha mecha, pero el ensanchamiento también permite preimpregnar la otra cara.
- 45 Ventajosamente, dicha mecha en este modo de realización está sujeta a un ensanchamiento a nivel de cada ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .
- La figura 6 presenta un ejemplo de modo de realización con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  al mismo nivel uno respecto al otro.
- 50 Según otro modo de realización de la segunda variante, cuando dos rodillos de compresión están presentes, entonces la distancia entre los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  está comprendida entre 0,15 mm y la longitud equivalente a la dimensión máxima del contenedor, preferentemente comprendida entre 10 mm y 50 mm y la diferencia de altura

- entre los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  está comprendida entre 0 y la altura correspondiente a la altura máxima del contenedor sustraída de los diámetros de los dos rodillos de compresión, preferentemente comprendida entre 0,15 mm y la altura correspondiente a la altura máxima del contenedor sustraída de los diámetros de los dos rodillos de compresión, más preferentemente a una diferencia de altura comprendida entre 10 mm y 300 mm, siendo  $R_2$  el rodillo de compresión superior.
- 5 En toda la descripción, la diferencia de altura entre dos rodillos (ya estén situados aguas arriba del contenedor, en el contenedor o a nivel del sistema de calentamiento) se determina respecto al centro de cada rodillo.
- Ventajosamente, cuando dos rodillos de compresión están presentes y al mismo nivel uno respecto al otro, el nivel de dicho polvo en dicho lecho fluidizado está al menos situado a la mitad de la altura de dichos dos rodillos de compresión.
- 10 La figura 7 describe un modo de realización, sin estar limitado al mismo, con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , precediendo  $R_1$  a  $R_2$ , con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual están presentes dos rodillos de compresión cilíndricos a niveles diferentes y que muestran el ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .
- 15 El diámetro de los rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  se presenta como idéntico en las figuras 4, 5, 6 y 7, pero el diámetro de cada rodillo de compresión cilíndrico puede ser diferente, pudiendo ser el diámetro del rodillo de compresión  $R_1$  superior o inferior al del rodillo de compresión  $R_2$  en la gama tal como se ha definido anteriormente.
- Ventajosamente, el diámetro de los dos rodillos de compresión es idéntico.
- No se apartaría del marco de la invención si el rodillo de compresión  $R_1$  fuera superior al rodillo de compresión  $R_2$ .
- Según una tercera variante, cuando dos rodillos de compresión están presentes y a niveles diferentes, entonces al menos un tercer rodillo de compresión  $R_3$  está además presente y situado entre los rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  en el sentido de la altura (figura 8).
- 20 Ventajosamente, dicha mecha o dichas mechas están en contacto de entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_1$ , después con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_3$  y vuelven a salir después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$ .
- 25 Ventajosamente, dicha preimpregnación se efectúa sobre una cara de dicha mecha o de dichas mechas a nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho al menos un rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R_1$ , así como a nivel del ángulo  $\alpha_3$  formado por dicha mecha o dichas mechas y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R_3$  y sobre la otra cara a nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o dichas mechas y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R_2$ .
- 30 Ventajosamente, cuando dos rodillos de compresión están presentes a niveles diferentes y cuando al menos un tercer rodillo de compresión  $R_3$  está además presente, entonces el ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o dichas mechas entre la entrada de dicho al menos un rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$ , está comprendido entre  $180^\circ$  y  $45^\circ$ , en particular entre  $120^\circ$  y  $60^\circ$ .
- Ventajosamente, el ángulo  $\alpha_3$  está comprendido entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ , ventajosamente entre  $45^\circ$  y  $135^\circ$ .
- 35 La figura 8 describe un modo de realización, sin estar limitado al mismo, con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , precediendo  $R_1$  a  $R_2$ , y un tercer rodillo de compresión  $R_3$  y mostrando los ángulos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$ .
- 40 El diámetro de los rodillos de compresión  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  se presenta como idéntico en la figura 8, pero el diámetro de cada rodillo de compresión cilíndrico puede ser diferente, o dos rodillos de compresión pueden tener el mismo diámetro y el tercero un diámetro diferente superior o inferior en la gama tal como se ha definido anteriormente.
- Ventajosamente, el diámetro de los tres rodillos de compresión es idéntico.
- Ventajosamente, en esta tercera variante, se efectúa un segundo control del ensanchamiento de dicha mecha o de dichas mechas a nivel del rodillo de compresión  $R_3$  y se efectúa un tercer control del ensanchamiento a nivel del rodillo de compresión  $R_3$ .
- 45 El tiempo de contacto en esta tercera variante es tal como se ha definido anteriormente.
- Ventajosamente, en esta tercera variante, el nivel de dicho polvo en dicho lecho fluidizado está al menos situado a mitad de altura de dicho rodillo de compresión  $R_2$ .
- No se apartaría del marco de la invención si en esta tercera variante, dicha mecha o dichas mechas están en contacto de entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_1$ , después con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y vuelven a salir después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_3$ .
- 50

Según un modo de realización ventajoso, la presente invención se refiere a un procedimiento tal como se ha definido anteriormente caracterizado por que se utiliza una sola matriz de polímero termoplástico y el polvo de polímero termoplástico es fluidizable.

5 El término «fluidizable» significa que el flujo de aire aplicado al lecho fluidizado está comprendido entre el flujo mínimo de fluidización ( $U_{mf}$ ) y el flujo mínimo de burbujeo ( $U_{mf}$ ) tal como se representa en la figura 10.

Por debajo del flujo mínimo de fluidización, no hay fluidización, las partículas de polvo de polímero caen en el lecho y no están más en suspensión y el procedimiento según la invención no puede funcionar.

Por encima del flujo mínimo de burbujeo, las partículas de polvo se levantan y la composición del lecho fluidizado no puede mantenerse constante.

10 Ventajosamente, el diámetro en volumen  $D_{90}$  de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido entre 30 y 500  $\mu\text{m}$ , ventajosamente entre 80 y 300  $\mu\text{m}$ .

Ventajosamente, el diámetro en volumen  $D_{10}$  de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido entre 5 y 200  $\mu\text{m}$ , ventajosamente entre 15 y 100  $\mu\text{m}$ .

15 Ventajosamente, el diámetro en volumen de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido en la relación  $D_{90}/D_{10}$ , o sea comprendido entre 1,5 y 50, ventajosamente entre 2 y 10.

Ventajosamente, el diámetro medio  $D_{50}$  en volumen de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido entre 10 y 300  $\mu\text{m}$ , principalmente entre 30 y 200  $\mu\text{m}$ , más particularmente entre 45 y 200  $\mu\text{m}$ .

Los diámetros en volumen de las partículas de polvo de polímero termoplástico ( $D_{10}$ ,  $D_{50}$  y  $D_{90}$ ) se definen según la norma ISO 9276 :2014.

20 El « $D_{50}$ » corresponde al diámetro medio en volumen, es decir, el valor del tamaño de partícula que divide la población de partículas examinada exactamente en dos.

El « $D_{90}$ » corresponde al valor al 90 % de la curva acumulada de la distribución granulométrica en volumen.

El « $D_{10}$ » corresponde al tamaño del 10 % del volumen de las partículas.

25 Según otro modo de realización del procedimiento según la invención, está presente una fileta antes del contenedor que comprende un lecho fluidizado para el control de la tensión de dicha mecha o de dichas mechas a la entrada del contenedor que comprende un lecho fluidizado.

Opcionalmente, en el procedimiento según la invención, están presentes uno o varios tensores después del contenedor que comprende el lecho fluidizado.

Etapas de calentamiento:

30 Una primera etapa de calentamiento puede ser inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación o de otras etapas que pueden intervenir entre la etapa de preimpregnación y la etapa de calentamiento con un sistema elegido entre un lecho fluidizado, principalmente a gran velocidad.

35 No obstante, la primera etapa de calentamiento aplicada por un sistema de calentamiento equipado con al menos una pieza tensora (E) no corresponde a una calandria calefactora, y al menos un sistema de calentamiento se efectúa siempre antes de la etapa de calandrado que es necesaria para alisar y conformar la cinta.

Ventajosamente, dicha primera etapa de calentamiento es inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación. La expresión «inmediatamente consecutiva» significa que no hay ninguna etapa intermedia entre la etapa de preimpregnación y dicha etapa de calentamiento. Ventajosamente, se efectúa una sola etapa de calentamiento, inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación.

40 Ventajosamente, dicho al menos un sistema de calentamiento se elige entre un calentamiento con microondas, un calentamiento láser, y un calentamiento de Altas Frecuencias (HF).

La pieza tensora (E) no calefactora y no conductora del calor no absorbe a la longitud de onda del sistema de calentamiento microondas, láser o HF.

Ventajosamente, dicho al menos un sistema de calentamiento se elige entre un calentamiento con microondas.

45 Ventajosamente, dicha al menos una pieza tensora (E) es un rodillo de compresión de forma convexa, cóncava o cilíndrica.

Debe indicarse que los rodillos de compresión correspondientes a las piezas tensoras (E) y (E') pueden ser idénticos o diferentes, ya sea a nivel del material o de la forma y sus características (diámetro, longitud, anchura, altura... en

función de la forma). La forma convexa es favorable para el ensanchamiento, mientras que la forma cóncava es desfavorable para el ensanchamiento, aunque se efectúa, no obstante.

5 La al menos una pieza tensora (E) puede ser igualmente una alternancia de forma convexa y cóncava. En este caso, el desplazamiento de la mecha sobre un rodillo de compresión de forma convexa provoca el ensanchamiento de dicha mecha, después el desplazamiento de la mecha sobre un rodillo de compresión de forma cóncava provoca la retractación de la mecha y así permite de inmediato, si es necesario, mejorar la homogeneidad de la impregnación, principalmente a fondo.

La expresión «rodillo de compresión» significa que la mecha que se desplaza se apoya parcialmente o totalmente sobre la superficie de dicho rodillo de compresión, lo que induce el ensanchamiento de dicha mecha.

10 Los rodillos pueden ser libres (en rotación) o fijos.

Pueden ser lisos, estriados o gorjeados.

15 Ventajosamente, los rodillos son cilíndricos y estriados. Cuando los rodillos son estriados, pueden estar presentes dos estrías en sentido opuesto una de la otra, saliendo del centro de dicho rodillo lo que permite así el alejamiento de las mechas hacia el exterior del rodillo o en sentido opuesto una de la otra saliendo del exterior de dicho rodillo lo que permite así volver a llevar las mechas hacia el centro del rodillo.

Cualquiera que sea el sistema utilizado para la etapa de preimpregnación, se produce un primer ensanchamiento durante esta etapa, principalmente si la etapa de preimpregnación se efectúa con la utilización de piezas tensoras (E'), tal como en un lecho fluidizado con al menos un tensor como se ha descrito anteriormente.

20 Se produce un primer ensanchamiento de la mecha a nivel de dichos rodillos de compresión correspondientes a las piezas tensoras (E') con « efecto de esquina » gracias al desplazamiento parcial o total de dicha mecha sobre la o las dichas piezas tensoras (E') y se produce un segundo ensanchamiento durante la etapa de calentamiento, a nivel de dichos rodillos de compresión correspondientes a las piezas tensoras (E) gracias al desplazamiento parcial o total de dicha mecha sobre la o las dichas piezas tensoras (E). Este segundo ensanchamiento está precedido del paso de la mecha en el sistema de calentamiento, antes de su desplazamiento parcial o total sobre la o las dichas piezas tensoras (E) de una retractación de la mecha gracias a la fusión del polímero sobre dicha mecha.

25 Este segundo ensanchamiento combinado con la fusión de dicha matriz de polímero por el sistema de calentamiento y la retractación de la mecha permiten homogeneizar la preimpregnación y finalizar así la impregnación y tener así una impregnación a fondo y tener una tasa elevada de fibras en volumen, principalmente constante en al menos el 70 % del volumen de la banda o cinta, principalmente en al menos el 80 % del volumen de la banda o cinta, en particular en al menos el 90 % del volumen de la banda o cinta, más particularmente en al menos el 95 % del volumen de la banda o cinta, así como disminuir la porosidad.

El ensanchamiento es función del material fibroso utilizado. Por ejemplo, el ensanchamiento de un material de fibra de carbono es mucho más importante que el de una fibra de lino. El ensanchamiento también es función del número de fibras en la mecha, de su diámetro medio y de su cohesión según el apresto.

35 El diámetro de dicho al menos un rodillo de compresión está comprendido entre 3 mm y 100 mm, preferentemente entre 3 mm y 20 mm, en particular entre 5 mm y 10 mm.

Por debajo de 3 mm, la deformación de la fibra inducida por el rodillo de compresión es demasiado importante.

Ventajosamente, el rodillo de compresión es cilíndrico y no acanalado y en particular es metálico.

40 Ventajosamente, dicha al menos una pieza tensora (E) está constituida por 1 a 15 rodillos de compresión (R'<sub>1</sub> a R'<sub>15</sub>) de forma cilíndrica, preferentemente de 3 a 15 rodillos de compresión (R'<sub>3</sub> a R'<sub>15</sub>), principalmente de 6 a 10 rodillos de compresión (R'<sub>6</sub> a R'<sub>10</sub>)

Es muy evidente que cualquiera que sea el número de piezas de tensores (E) presentes, están todas situadas o comprendidas en el entorno del sistema de calentamiento, es decir, que no están en el exterior del sistema de calentamiento.

45 Según una primera variante, dicha al menos una pieza tensora (E) está constituida por un solo rodillo de compresión, en particular de forma cilíndrica.

Ventajosamente, dicha mecha o dichas mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0,1 a 89°, en particular de 5 a 75°, principalmente de 10 a 45° con un primer rodillo de compresión R'<sub>1</sub> y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>1</sub>, dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho rodillo de compresión R'<sub>1</sub>.

50 No se apartaría del marco de la invención si la mecha formara un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>1</sub> comprendido además entre 89° y 360° (módulo 360°). En el caso en el que la mecha forme un

ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , esto significa que la mecha ha efectuado al menos un giro completo de dicho rodillo.

Según una segunda variante, dicha al menos una pieza tensora (E) está constituida por dos rodillos de compresión, en particular de forma cilíndrica.

- 5 Ventajosamente, dicha mecha o dichas mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0 a  $180^\circ$ , en particular de 5 a  $75^\circ$ , principalmente de 10 a  $45^\circ$  con un primer rodillo de compresión  $R'_1$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho rodillo de compresión  $R'_1$ .

10 No se apartaría del marco de la invención si la mecha formara un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (módulo  $360^\circ$ ). En el caso en el que la mecha forme un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , esto significa que la mecha ha efectuado al menos un giro completo de dicho rodillo.

15 Ventajosamente, un segundo rodillo  $R'_2$  de compresión está presente después de dicho primer rodillo de compresión  $R'_1$ , formando dicha mecha o dichas mechas un ángulo  $\alpha'_2$  de 0 a  $180^\circ$ , en particular de 5 a  $75^\circ$ , principalmente de 10 a  $45^\circ$  con dicho segundo rodillo de compresión  $R'_2$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho segundo rodillo de compresión.

No se apartaría del marco de la invención si la mecha formara un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (módulo  $360^\circ$ ). En el caso en el que la mecha forme un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , esto significa que la mecha ha efectuado al menos un giro completo de dicho rodillo.

- 20 La mecha se desplaza por debajo del rodillo  $R'_1$ , después por encima del rodillo  $R'_2$ . Es muy evidente que el desplazamiento de la mecha por encima del rodillo  $R'_1$ , después por debajo del rodillo  $R'_2$  es igualmente un modo de realización de la invención.

El rodillo  $R'_2$  puede estar situado por encima del rodillo  $R'_1$ , precediendo dicho rodillo  $R'_1$  a dicho rodillo  $R'_2$ .

Es igualmente evidente que el rodillo  $R'_2$  puede situarse por debajo del rodillo  $R'_1$ .

- 25 La diferencia de altura entre el rodillo  $R'_1$  y el rodillo  $R'_2$  es superior o igual a 0. Ventajosamente, la diferencia de altura entre el rodillo  $R'_1$  y el rodillo  $R'_2$  está comprendida entre 1 y 20 cm, preferentemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

La distancia entre los dos rodillos está comprendida entre 1 y 20 cm, preferentemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

- 30 Ventajosamente, los dos rodillos están al mismo nivel y tienen el mismo diámetro y la diferencia de altura es entonces nula.

Según una tercera variante, dicha al menos una pieza tensora (E) está constituida por 3 rodillos de compresión, en particular de forma cilíndrica.

- 35 Ventajosamente, dicha mecha o dichas mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0,1 a  $89^\circ$ , en particular de 5 a  $75^\circ$ , principalmente de 10 a  $45^\circ$  con un primer rodillo de compresión  $R'_1$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho primer rodillo de compresión.

40 No se apartaría del marco de la invención si la mecha formara un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$  comprendido además entre  $89^\circ$  y  $360^\circ$  (módulo  $360^\circ$ ). En el caso en el que la mecha forme un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , esto significa que la mecha ha efectuado al menos un giro completo de dicho rodillo.

Ventajosamente, el segundo rodillo está presente después de dicho primer rodillo, formando dicha mecha o dichas mechas un ángulo  $\alpha'_2$  de 0 a  $180^\circ$ , en particular de 5 a  $75^\circ$ , principalmente de 10 a  $45^\circ$  con el segundo rodillo de compresión  $R'_2$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho segundo rodillo de compresión.

- 45 No se apartaría del marco de la invención si la mecha formara un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (módulo  $360^\circ$ ). En el caso en el que la mecha forme un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , esto significa que la mecha ha efectuado al menos un giro completo de dicho rodillo.

50 Ventajosamente, el tercer rodillo de compresión  $R'_3$  está presente después de dicho segundo rodillo de compresión  $R'_2$ , formando dicha mecha o dichas mechas un ángulo  $\alpha'_3$  de 0 a  $180^\circ$ , en particular de 5 a  $75^\circ$ , principalmente de 10 a  $45^\circ$  con dicho tercer rodillo de compresión  $R'_3$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_3$ , dicha mecha

o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho tercer rodillo de compresión R<sub>3</sub>. La mecha se desplaza por debajo del rodillo R<sub>1</sub>, después por encima del rodillo R<sub>2</sub> y entonces por debajo del rodillo R<sub>3</sub>.

5 No se apartaría del marco de la invención si la mecha formara un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R<sub>3</sub> comprendido además entre 180° y 360° (módulo 360°). En el caso en el que la mecha forme un ángulo de al menos 360° con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R<sub>3</sub>, esto significa que la mecha ha efectuado al menos un giro completo de dicho rodillo.

Es muy evidente que el desplazamiento de la mecha por encima del rodillo R<sub>1</sub>, después por debajo del rodillo R<sub>2</sub> y entonces por encima del rodillo R<sub>3</sub> es igualmente un modo de realización de la invención.

10 Los tres rodillos pueden estar al mismo nivel, pero ventajosamente, el rodillo R<sub>2</sub> está situado por encima del rodillo R<sub>1</sub>, y el rodillo R<sub>3</sub> está situado por debajo del rodillo R<sub>2</sub>, precediendo dicho rodillo R<sub>1</sub> a dicho rodillo R<sub>2</sub> que él mismo precede a R<sub>3</sub>.

Son posibles todas las posiciones geométricas relativas entre los tres rodillos.

La diferencia de altura entre el rodillo más bajo y el rodillo más alto es superior o igual a 0.

15 Ventajosamente, la diferencia de altura entre cada uno de los tres rodillos está comprendida entre 1 y 20 cm, preferentemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

La distancia entre cada uno de los tres rodillos está comprendida entre 1 y 20 cm, preferentemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

Ventajosamente, el rodillo R<sub>1</sub> precede al rodillo R<sub>3</sub> y están al mismo nivel y el rodillo R<sub>2</sub> se sitúa entre el rodillo R<sub>1</sub> y el rodillo R<sub>3</sub> y se sitúa por encima de los dos otros rodillos.

20 La figura 1 presenta un ejemplo de sistema de calentamiento que presenta tres rodillos de compresión.

La longitud l entre la entrada del sistema de calentamiento y el primer rodillo R<sub>1</sub> es variable en función del polímero utilizado y de la velocidad de desplazamiento de la banda.

l representa, por lo tanto, la longitud suficiente para que el polímero esté en fusión, al menos parcial, en particular total, a la entrada del primer rodillo.

25 De manera general, la diferencia de altura entre cada rodillo R<sub>i</sub> y entre el rodillo más bajo y el rodillo más alto es superior o igual a 0.

Ventajosamente, la diferencia de altura entre cada uno de los rodillos R<sub>i</sub> está comprendida entre 1 y 20 cm, preferentemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

30 De manera general, la distancia entre cada uno de los rodillos R<sub>i</sub>, está comprendida entre 1 y 20 cm, preferentemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

Ventajosamente, el porcentaje de ensanchamiento durante la etapa de calentamiento entre la entrada del primer rodillo de compresión R<sub>1</sub> y la salida del último rodillo de compresión R<sub>i</sub> es de aproximadamente el 0 al 300 %, en particular del 0 al 50 %.

35 Ventajosamente, el porcentaje de ensanchamiento durante la etapa de calentamiento entre la entrada del primer rodillo de compresión R<sub>1</sub> y la salida del último rodillo de compresión R<sub>i</sub> es de aproximadamente el 1 al 50 %.

Ventajosamente, dicho polímero termoplástico es un polímero termoplástico no reactivo. El sistema de calentamiento permite, por lo tanto, la fusión de dicho polímero termoplástico después de la preimpregnación como se ha descrito anteriormente.

40 Ventajosamente, dicho polímero termoplástico es un prepolímero reactivo susceptible de reaccionar con él mismo o con otro prepolímero, en función de los extremos de cadena portados por dicho prepolímero, o también con un alargador de cadena, estando dicho polímero reactivo opcionalmente polimerizado durante la etapa de calentamiento.

En función de la temperatura y/o de la velocidad de desplazamiento de la mecha, el sistema de calentamiento permite la fusión de dicho prepolímero termoplástico después de la preimpregnación como se ha descrito anteriormente sin la polimerización de dicho prepolímero con él mismo o con un alargador de cadena o de dichos prepolímeros entre ellos.

45 La tasa de fibras en el material fibroso impregnado está fija durante la etapa de calentamiento y ventajosamente está comprendida entre el 45 y el 65 % en volumen, preferentemente entre el 50 y el 60 % en volumen, principalmente entre el 54 y el 60 %.

Por debajo del 45 % de fibras, el refuerzo no tiene interés en lo que se refiere a las propiedades mecánicas.

Por encima del 65 %, se consiguen los límites del procedimiento y las propiedades mecánicas se vuelven a perder.

La tasa de porosidad en dicho material fibroso impregnado es inferior al 10 %, principalmente inferior al 5 %, en particular inferior al 2 %.

Puede efectuarse una segunda etapa de calentamiento después de la etapa de calandrado siguiente.

- 5 Esta segunda etapa de calentamiento permite corregir los eventuales defectos, principalmente de homogeneidad, que podrían subsistir después de la primera etapa de calentamiento.

Se efectúa con el mismo sistema que para la primera etapa.

Ventajosamente, el sistema de calentamiento de esta segunda etapa está constituido por dos rodillos.

- 10 De manera facultativa, dichas etapas de preimpregnación y de impregnación se completan por una etapa de conformación en una hilera regulada a una temperatura constante, realizándose dicha etapa de conformación antes de dicha etapa de calandrado. De manera facultativa, esta hilera es una hilera de extrusión en cabezal transversal y permite el recubrimiento de dicha mecha única o de dicha pluralidad de mechas paralelas después de la impregnación por el polvo, realizándose dicha etapa de recubrimiento antes de dicha etapa de calandrado, por un polímero termoplástico fundido, que puede ser idéntico o diferente a dicho polímero de preimpregnación, teniendo dicho polímero fundido la misma naturaleza que dicho polímero de preimpregnación.

- 15 Para esto, a la salida del sistema de calentamiento se conecta un dispositivo de recubrimiento que puede contener un cabezal transversal de recubrimiento, como se ha descrito igualmente en la patente EP0406067. El polímero de recubrimiento puede ser idéntico o diferente del polvo de polímero en el contenedor. Preferentemente, tiene la misma naturaleza. Dicho recubrimiento permite no solamente completar la etapa de impregnación de las fibras para obtener una tasa volúmica final de polímero en la gama deseada y evitar la presencia en la superficie de la mecha impregnada, de una tasa de fibras localmente demasiado importante, que perjudicaría la soldadura de las cintas durante la fabricación de la pieza compuesta, principalmente para la obtención de materiales fibrosos denominados « listos para usar » de buena calidad, sino igualmente para mejorar los rendimientos del material compuesto obtenido.

Etapas de conformado

- 25 Opcionalmente, se efectúa una etapa conformado de la mecha o de dichas mechas paralelas de dicho material fibroso impregnado.

Puede utilizarse un sistema de calandrado tal como se describe en WO 2015/121583.

- 30 Ventajosamente, se efectúa por calandrado mediante al menos una calandria calefactora en forma de cinta única unidireccional o de una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales con, en este último caso, dicha calandria calefactora conteniendo una pluralidad de gorjas de calandrado, preferentemente hasta 200 gorjas de calandrado, en conformidad con el número de dichas cintas y con una presión y/o una separación entre los rodillos de dicha calandria regulada por un sistema controlador.

Esta etapa se efectúa siempre después de la etapa de calentamiento si solo hay una o bien entre la primera etapa de calentamiento y la segunda etapa de calentamiento cuando coexisten las dos.

- 35 Ventajosamente, la etapa de calandrado se realiza mediante una pluralidad de calandrias calefactoras, montadas en paralelo y/o en serie respecto al sentido de desplazamiento de las mechas de fibras.

Ventajosamente, dicha (o dichas) calandria(s) calefactora(s) comprende (comprenden) un sistema de calentamiento integrado por inducción, por calentamiento de Altas Frecuencias o por microondas, preferentemente por microondas, acoplado a la presencia de cargas carbonadas en dicho polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos.

- 40 Según otro modo de realización, está presente una presa de banda entre el sistema de calentamiento y la calandria.

Según otro modo de realización más, está presente una hilera calefactora entre el sistema de calentamiento y la calandria.

Según otro modo de realización, está presente una prensa de banda entre el sistema de calentamiento y la calandria y está presente una hilera calefactora entre la prensa de banda y la calandria.

- 45 **Modos de realización ventajosos del procedimiento de la invención**

#### **Lecho fluidizado combinado con una o dos etapas de calentamiento**

- 50 Ventajosamente, el material fibroso se elige entre la fibra de carbono y la fibra de vidrio. Ventajosamente, el prepolímero termoplástico utilizado para impregnar la fibra de carbono se elige entre una poliamida, principalmente una poliamida alifática tal como PA 11, PA 12, una PA 11/1010 y una PA 12/1010, una poliamida semiaromática, en particular una PA 11/10T, una PA 11/6T/10T, una PA MXDT/10T, una PA MPMDT/10T, una PA BACT/10T, una PA

## ES 2 808 135 T3

BACT/6T, una PA BACT/10T/6T, una PA MXD6 y una PA MXD10, una PEEK, PEKK y una PEI o una mezcla de los mismos.

5 Ventajosamente, el prepolímero termoplástico utilizado para impregnar la fibra de vidrio se elige entre una poliamida, principalmente una poliamida alifática tal como PA 11, PA 12, una PA 11/1010 y una PA 12/1010, una poliamida semiaromática, en particular una PA 11/10T, una PA 11/6T/10T, una PA MXDT/10T, una PA MPMDT/10T, una PA BACT/10T, una PA BACT/6T, una PA BACT/10T/6T, una PA MXD6 y una PA MXD10, una PEEK, PEKK y una PEI o una mezcla de los mismos.

10 La tabla I siguiente reagrupa los modos de realización ventajosos según el procedimiento de la invención en el que la etapa de preimpregnación se efectúa en un contenedor que comprende para una mecha en fibra de carbono o de fibra de vidrio con uno o rodillo(x) de compresión cilíndrico(s) no acanalados:

Modo de realización nº	Material fibroso (fibra de...)	Polímero	Número de rodillos de compresión	Tiempo de contacto (s)	Ángulo $\alpha_1$ (°)
1	Carbono	Poliamida	1	0,1 a 5	5 a 85
2	Carbono	Poliamida	1	0,1 a 5	5 a 45
3	Carbono	Poliamida	1	0,1 a 5	5 a 30
4	Carbono	Poliamida	1	0,1 a 3	5 a 85
5	Carbono	Poliamida	1	0,1 a 3	5 a 45
6	Carbono	Poliamida	1	0,1 a 3	5 a 30
7	Carbono	Poliamida	2	0,1 a 5	5 a 85
8	Carbono	Poliamida	2	0,1 a 5	5 a 45
9	Carbono	Poliamida	2	0,1 a 5	5 a 30
10	Carbono	Poliamida	2	0,1 a 3	5 a 85
11	Carbono	Poliamida	2	0,1 a 3	5 a 45
12	Carbono	Poliamida	2	0,1 a 3	5 a 30
13	Carbono	Poliamida	3	0,1 a 5	5 a 85
14	Carbono	Poliamida	3	0,1 a 5	5 a 45
15	Carbono	Poliamida	3	0,1 a 5	5 a 30
16	Carbono	Poliamida	3	0,1 a 3	5 a 85
17	Carbono	Poliamida	3	0,1 a 3	5 a 45
18	Carbono	Poliamida	3	0,1 a 3	5 a 30
19	Carbono	PEKK	1	0,1 a 5	5 a 85
20	Carbono	PEKK	1	0,1 a 5	5 a 45
21	Carbono	PEKK	1	0,1 a 5	5 a 30
22	Carbono	PEKK	1	0,1 a 3	5 a 85
23	Carbono	PEKK	1	0,1 a 3	5 a 45
24	Carbono	PEKK	1	0,1 a 3	5 a 30
25	Carbono	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 85
26	Carbono	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 45

ES 2 808 135 T3

27	Carbono	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 30
28	Carbono	PEKK	2	0,1 a 3	5 a 85
29	Carbono	PEKK	2	0,1 a 3	5 a 45
30	Carbono	PEKK	2	0,1 a 3	5 a 30
31	Carbono	PEKK	3	0,1 a 5	5 a 85
32	Carbono	PEKK	3	0,1 a 5	5 a 45
33	Carbono	PEKK	3	0,1 a 5	5 a 30
34	Carbono	PEKK	3	0,1 a 3	5 a 85
35	Carbono	PEKK	3	0,1 a 3	5 a 45
36	Carbono	PEKK	3	0,1 a 3	5 a 30
37	Carbono	PEI	1	0,1 a 5	5 a 85
38	Carbono	PEI	1	0,1 a 5	5 a 45
39	Carbono	PEI	1	0,1 a 5	5 a 30
40	Carbono	PEI	1	0,1 a 3	5 a 85
41	Carbono	PEI	1	0,1 a 3	5 a 45
42	Carbono	PEI	1	0,1 a 3	5 a 30
43	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 85
44	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 45
45	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 30
46	Carbono	PEI	2	0,1 a 3	5 a 85
47	Carbono	PEI	2	0,1 a 3	5 a 45
48	Carbono	PEI	2	0,1 a 3	5 a 30
49	Carbono	PEI	3	0,1 a 5	5 a 85
50	Carbono	PEI	3	0,1 a 5	5 a 45
51	Carbono	PEI	3	0,1 a 5	5 a 30
52	Carbono	PEI	3	0,1 a 3	5 a 85
53	Carbono	PEI	3	0,1 a 3	5 a 45
54	Carbono	PEI	3	0,1 a 3	5 a 30
55	Carbono	PEI	1	0,1 a 5	5 a 85
56	Carbono	PEI	1	0,1 a 5	5 a 45
57	Carbono	PEI	1	0,1 a 5	5 a 30
58	Carbono	PEI	1	0,1 a 3	5 a 85
59	Carbono	PEI	1	0,1 a 3	5 a 45
60	Carbono	PEI	1	0,1 a 3	5 a 30
61	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 85

ES 2 808 135 T3

62	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 45
63	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 30
64	Carbono	PEI	2	0,1 a 3	5 a 85
65	Carbono	PEI	2	0,1 a 3	5 a 45
66	Carbono	PEI	2	0,1 a 3	5 a 30
67	Carbono	PEI	3	0,1 a 5	5 a 85
68	Carbono	PEI	3	0,1 a 5	5 a 45
69	Carbono	PEI	3	0,1 a 5	5 a 30
70	Carbono	PEI	3	0,1 a 3	5 a 85
71	Carbono	PEI	3	0,1 a 3	5 a 45
72	Carbono	PEI	3	0,1 a 3	5 a 30
73	Vidrio	Poliamida	1	0,1 a 5	5 a 85
74	Vidrio	Poliamida	1	0,1 a 5	5 a 45
75	Vidrio	Poliamida	1	0,1 a 5	5 a 30
76	Vidrio	Poliamida	1	0,1 a 3	5 a 85
77	Vidrio	Poliamida	1	0,1 a 3	5 a 45
78	Vidrio	Poliamida	1	0,1 a 3	5 a 30
79	Vidrio	Poliamida	2	0,1 a 5	5 a 85
80	Vidrio	Poliamida	2	0,1 a 5	5 a 45
81	Vidrio	Poliamida	2	0,1 a 5	5 a 30
82	Vidrio	Poliamida	2	0,1 a 3	5 a 85
83	Vidrio	Poliamida	2	0,1 a 3	5 a 45
84	Vidrio	Poliamida	2	0,1 a 3	5 a 30
85	Vidrio	Poliamida	3	0,1 a 5	5 a 85
86	Vidrio	Poliamida	3	0,1 a 5	5 a 45
87	Vidrio	Poliamida	3	0,1 a 5	5 a 30
88	Vidrio	Poliamida	3	0,1 a 3	5 a 85
89	Vidrio	Poliamida	3	0,1 a 3	5 a 45
90	Vidrio	Poliamida	3	0,1 a 3	5 a 30
91	Vidrio	PEKK	1	0,1 a 5	5 a 85
92	Vidrio	PEKK	1	0,1 a 5	5 a 45
93	Vidrio	PEKK	1	0,1 a 5	5 a 30
94	Vidrio	PEKK	1	0,1 a 3	5 a 85
95	Vidrio	PEKK	1	0,1 a 3	5 a 45
96	Vidrio	PEKK	1	0,1 a 3	5 a 30

ES 2 808 135 T3

97	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 85
98	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 45
99	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 30
100	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 3	5 a 85
101	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 3	5 a 45
102	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 3	5 a 30
103	Vidrio	PEKK	3	0,1 a 5	5 a 85
104	Vidrio	PEKK	3	0,1 a 5	5 a 45
105	Vidrio	PEKK	3	0,1 a 5	5 a 30
106	Vidrio	PEKK	3	0,1 a 3	5 a 85
107	Vidrio	PEKK	3	0,1 a 3	5 a 45
108	Vidrio	PEKK	3	0,1 a 3	5 a 30
109	Vidrio	PEI	1	0,1 a 5	5 a 85
110	Vidrio	PEI	1	0,1 a 5	5 a 45
111	Vidrio	PEI	1	0,1 a 5	5 a 30
112	Vidrio	PEI	1	0,1 a 3	5 a 85
113	Vidrio	PEI	1	0,1 a 3	5 a 45
114	Vidrio	PEI	1	0,1 a 3	5 a 30
115	Vidrio	PEI	2	0,1 a 5	5 a 85
116	Vidrio	PEI	2	0,1 a 5	5 a 45
117	Vidrio	PEI	2	0,1 a 5	5 a 30
118	Vidrio	PEI	2	0,1 a 3	5 a 85
119	Vidrio	PEI	2	0,1 a 3	5 a 45
120	Vidrio	PEI	2	0,1 a 3	5 a 30
121	Vidrio	PEI	3	0,1 a 5	5 a 85
122	Vidrio	PEI	3	0,1 a 5	5 a 45
123	Vidrio	PEI	3	0,1 a 5	5 a 30
124	Vidrio	PEI	3	0,1 a 3	5 a 85
125	Vidrio	PEI	3	0,1 a 3	5 a 45
126	Vidrio	PEI	3	0,1 a 3	5 a 30
127	Vidrio	PEI	1	0,1 a 5	5 a 85
128	Vidrio	PEI	1	0,1 a 5	5 a 45
129	Vidrio	PEI	1	0,1 a 5	5 a 30
130	Vidrio	PEI	1	0,1 a 3	5 a 85
131	Vidrio	PEI	1	0,1 a 3	5 a 45

## ES 2 808 135 T3

132	Vidrio	PEI	1	0,1 a 3	5 a 30
133	Vidrio	PEI	2	0,1 a 5	5 a 85
134	Vidrio	PEI	2	0,1 a 5	5 a 45
135	Vidrio	PEI	2	0,1 a 5	5 a 30
136	Vidrio	PEI	2	0,1 a 3	5 a 85
137	Vidrio	PEI	2	0,1 a 3	5 a 45
138	Vidrio	PEI	2	0,1 a 3	5 a 30
139	Vidrio	PEI	3	0,1 a 5	5 a 85
140	Vidrio	PEI	3	0,1 a 5	5 a 45
141	Vidrio	PEI	3	0,1 a 5	5 a 30
142	Vidrio	PEI	3	0,1 a 3	5 a 85
143	Vidrio	PEI	3	0,1 a 3	5 a 45
144	Vidrio	PEI	3	0,1 a 3	5 a 30

Tabla I

En los modos de realización que comprenden PEKK o PEI, el PEKK puede estar mezclado con PEI y el PEI puede estar mezclado con PEKK en las proporciones definidas anteriormente.

- 5 Ventajosamente, en las composiciones de la tabla I definidas anteriormente en las cuales están presentes dos rodillos de compresión en el lecho fluidizado, el rodillo  $R_2$  está por encima del rodillo  $R_1$  respecto al fondo del contenedor, en particular  $H_2-H_1$  está comprendido entre 1 cm y 30 cm, preferentemente entre 1 y 10 cm, en particular entre 1 cm y 3 cm, principalmente aproximadamente 2 cm y el ángulo  $\alpha_2$  está comprendido entre 0 y 90°, en particular entre 25 y 45°C, en particular entre 25 y 35° y la mecha pasa por encima de  $R_2$ .

Estos modos de realización corresponden a la figura 5.

- 10 Ventajosamente, en las composiciones de la tabla I definidas anteriormente en las cuales están presentes dos rodillos de compresión en el lecho fluidizado, el rodillo  $R_2$  está por encima del rodillo  $R_1$  respecto al fondo del contenedor, en particular  $H_2-H_1$  está comprendido entre 1 cm y 30 cm, principalmente aproximadamente 2 cm y el ángulo  $\alpha_2$  está comprendido entre 90 y 180°C, en particular entre 115 y 135°, principalmente entre 115 y 125°, y la mecha pasa por debajo de  $R_2$ .
- 15 Ventajosamente, los diferentes materiales fibrosos obtenidos con los modos de realización por preimpregnación en lecho fluidizado de la tabla I son a continuación objeto de una etapa de calentamiento directamente después de la etapa de preimpregnación con un sistema de calentamiento con microondas o láser con uno, dos o tres rodillos tales como los descritos en la tabla II.

Modo de realización nº	Modo de realización lecho fluidizado	Número de rodillos de compresión	Ángulo $\alpha'_1$ (°)	Ángulo $\alpha'_2$ (°)	Ángulo $\alpha'_3$ (°)
145	1 a 144	1	0,1-89	-	-
146	1 a 144	1	5-75	-	-
147	1 a 144	1	10-45	-	-
148	1 a 144	2	0,1-89	0-180	-
149	1 a 144	2	0,1-89	5-75	-
150	1 a 144	2	0,1-89	10-45	-
151	1 a 144	2	5-75	0-180	-

ES 2 808 135 T3

152	1 a 144	2	5-75	5-75	-
153	1 a 144	2	5-75	10-45	-
154	1 a 144	2	10-45	0-180	-
155	1 a 144	2	10-45	5-75	-
156	1 a 144	2	10-45	10-45	-
157	1 a 144	3	0,1-89	0-180	0-180
158	1 a 144	3	0,1-89	0-180	5-75
159	1 a 144	3	0,1-89	0-180	10-45
160	1 a 144	3	5-75	0-180	0-180
161	1 a 144	3	5-75	0-180	5-75
162	1 a 144	3	5-75	0-180	10-45
163	1 a 144	3	10-45	0-180	0-180
164	1 a 144	3	10-45	0-180	5-75
165	1 a 144	3	10-45	0-180	10-45
166	1 a 144	3	0,1-89	5-75	0-180
167	1 a 144	3	0,1-89	5-75	5-75
168	1 a 144	3	0,1-89	5-75	10-45
169	1 a 144	3	5-75	5-75	0-180
170	1 a 144	3	5-75	5-75	5-75
171	1 a 144	3	5-75	5-75	10-45
172	1 a 144	3	10-45	5-75	0-180
173	1 a 144	3	10-45	5-75	5-75
174	1 a 144	3	10-45	5-75	10-45
175	1 a 144	3	0,1-89	10-45	0-180
176	1 a 144	3	0,1-89	10-45	5-75
177	1 a 144	3	0,1-89	10-45	10-45
178	1 a 144	3	5-75	10-45	0-180
179	1 a 144	3	5-75	10-45	5-75
180	1 a 144	3	5-75	10-45	10-45
181	1 a 144	3	10-45	10-45	0-180
182	1 a 144	3	10-45	10-45	5-75
183	1 a 144	3	10-45	10-45	10-45

Tabla II

Opcionalmente, se efectúa una segunda etapa de calentamiento con un sistema de calentamiento con microondas o láser con uno o dos rodillos según la tabla III

Modo de realización n°	Modo de realización lecho fluidizado seguido directamente de la etapa de calentamiento	Número de rodillos de compresión	Ángulo $\alpha'_1$ (°)	Ángulo $\alpha'_2$ (°)
184	145 a 183	1	0,1-89	-
185	145 a 183	1	5-75	-
186	145 a 183	1	10-45	-
187	145 a 183	2	0,1-89	0-180
188	145 a 183	2	0,1-89	5-75
189	145 a 183	2	0,1-89	10-45
190	145 a 183	2	5-75	0-180
191	145 a 183	2	5-75	5-75
192	145 a 183	2	5-75	10-45
193	145 a 183	2	10-45	0-180
194	145 a 183	2	10-45	5-75
195	145 a 183	2	10-45	10-45

Tabla III

**Descripción de las figuras**

La figura 1 presenta un esquema de un sistema de calentamiento según la invención con tres rodillos.

5 La figura 2 detalla un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) con una pieza tensora, regulable en altura (22). El borde de la entrada del contenedor está equipado con un rodillo rotativo 23a sobre el cual se desplaza la mecha 21a y el borde de la salida del contenedor está equipado con un rodillo rotativo 23b sobre el cual se desplaza la mecha 21b.

10 La figura 3 presente describe un modo de realización con un solo rodillo de compresión, con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual está presente un solo rodillo de compresión cilíndrico (24) y que muestra el ángulo  $\alpha_1$ .

Las flechas a nivel de la fibra indican el sentido de desplazamiento de la fibra.

15 La figura 4 presenta un modo de realización, sin estar limitado al mismo, con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , precediendo  $R_1$  a  $R_2$ , con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual están presentes los dos rodillos de compresión cilíndricos a alturas diferentes con respecto al fondo del contenedor ( $R_2$  a una altura  $H_2$  por encima de  $R_1$  a una altura  $H_1$ ) y que muestran el ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .

Las flechas a nivel de la mecha de fibra indican el sentido de desplazamiento de la mecha.

20 La figura 5 presenta un ejemplo de modo de realización con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y uno al lado del otro y que muestran el ángulo  $\alpha_1$ , y el ángulo  $\alpha_2 = 0^\circ$  y la mecha que pasa entre los 2 rodillos)

La figura 6 presenta un ejemplo de modo de realización con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y uno al lado del otro y que muestran el ángulo  $\alpha_1$ , y el ángulo  $\alpha_2 = 90^\circ$  y la mecha que pasa por debajo de  $R_2$ .

25 La figura 7 presenta un ejemplo de modo de realización con un contenedor (20) que comprende un lecho fluidizado (12) en el cual están presentes dos rodillos de compresión cilíndricos  $R_1$  y  $R_2$ , precediendo  $R_1$  a  $R_2$ , a niveles diferentes y que muestran el ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  y la mecha pasa bajo el rodillo  $R_2$ .

La figura 8 presenta un modo de realización con un contenedor (10) que comprende un lecho fluidizado (12) con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , precediendo  $R_1$  a  $R_2$ , y un rodillo de compresión  $R_3$  y que muestran los ángulos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$ .

5 La figura 9 presenta una foto tomada con microscopio electrónico de barrido de una vista en corte de una mecha de fibra de carbono 0,635 cm (1/4") Fibra carbono Toray, 12K T700S 31E impregnada por un polvo de poliamida PA11/6T/10T de  $D_{50} = 100 \mu\text{m}$  según el procedimiento descrito en WO 2015/121583 (después de calandrado).

El procedimiento según WO 2015/121583 hace aparecer una ausencia de homogeneidad en varios lugares de la mecha impregnada esquematizados por las flechas blancas.

10 La figura 10 presenta la fluidización en función del flujo de aire. El flujo de aire aplicado al lecho fluidizado debe estar comprendido entre el flujo mínimo de fluidización ( $U_{mf}$ ) y el flujo mínimo de burbujeo ( $U_{mf}$ )

La figura 11 detalla un contenedor (20) con una pieza tensora, regulable en altura (22). El borde de la entrada del contenedor está equipado con un rodillo rotativo 23a sobre el cual se desplaza la mecha 21a y el borde de la salida del contenedor está equipado con un rodillo rotativo 23b sobre el cual se desplaza la mecha 21b.

15 La figura 12 presente describe un modo de realización con un solo rodillo de compresión, con un contenedor (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) en la que está presente un solo rodillo de compresión cilíndrico (33) y que muestra el ángulo  $\alpha''_1$ .

Las flechas a nivel de la fibra indican el sentido de desplazamiento de la fibra.

20 La figura 13 presenta un modo de realización, sin estar limitado al mismo, con dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ , precediendo  $R''_1$  a  $R''_2$ , con un contenedor (30) que comprende cada uno una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en el que están presentes los dos rodillos de compresión cilíndricos que están a alturas diferentes con respecto al fondo del contenedor ( $R''_2$  a una altura  $H_2$  por encima de  $R''_1$  a una altura  $H_1$ ) y que muestran el ángulo  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$ .

Las flechas a nivel de la mecha de fibra indican el sentido de desplazamiento de la mecha.

25 La figura 14 presenta un ejemplo de modo de realización con un contenedor (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) en el que los dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y uno al lado del otro y que muestran el ángulo  $\alpha''_1$ , y el ángulo  $\alpha''_2 = 0^\circ$  y la mecha pasa entre los 2 rodillos)

30 La figura 15 presenta un ejemplo de modo de realización con un contenedor (30) que comprende cada uno una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en el que los dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y uno al lado del otro y que muestran el ángulo  $\alpha''_1$ , y el ángulo  $\alpha''_2 = 90^\circ$  y la mecha pasa por debajo de  $R''_2$ .

La figura 16 presenta un ejemplo de modo de realización con un contenedor (30) que comprende cada uno una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en el que están presentes dos rodillos de compresión cilíndricos  $R''_1$  y  $R''_2$ , precediendo  $R''_1$  a  $R''_2$ , a niveles diferentes y que muestran el ángulo  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$  y la mecha pasa bajo el rodillo  $R''_2$ .

35 La figura 17 presenta un modo de realización con un contenedor (30) con dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ , precediendo  $R''_1$  a  $R''_2$ , que comprende cada uno una pistola de proyección (31) de polvo (32) y un rodillo de compresión  $R''_3$  que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) y que muestran los ángulos  $\alpha''_1$ ,  $\alpha''_2$  y  $\alpha''_3$ .

La figura 18 presenta una foto tomada con microscopio electrónico de barrido de una vista en corte de una mecha de fibra de carbono 0,635 cm (1/4") Fibra carbono Toray, 12K T700S 31E impregnada por un polvo de PEKK de  $D_{50} = 51 \mu\text{m}$  según el procedimiento de la invención, ejemplo 2.

40 El diámetro de una fibra representa  $7 \mu\text{m}$ .

La figura 19 presenta una foto tomada con microscopio electrónico de barrido de una vista en corte de una mecha de fibra de carbono 0,635 cm (1/4") Fibra carbono Toray, 12K T700S 31E impregnada por un polvo de poliamida PA MPMDT/10T de  $D_{50} = 115 \mu\text{m}$  según el procedimiento de la invención, ejemplo 3.

El diámetro de una fibra representa  $7 \mu\text{m}$ .

45 Los ejemplos siguientes ilustran de forma no limitativa el alcance de la invención.

**Ejemplo 1 (ejemplo comparativo):**

Una mecha de fibra de carbono de 12K, se impregnó con una poliamida (PA 11/6T/10T) tal como se describe en WO 2015/121583.

$D_{50} = 100 \mu\text{m}$ .

Resultados:

Los resultados se presentan en la figura 9 y muestran una ausencia de homogeneidad en varios lugares de la mecha impregnada esquematizados por las flechas blancas.

5 **Ejemplo 2: modo operativo general que comprende una etapa de preimpregnación de un material fibroso (fibra de carbono) por un polvo de PEKK en un contenedor que comprende un lecho fluidizado equipado con un solo rodillo y una etapa de calentamiento por microondas**

Se efectuó el modo operativo siguiente:

Etapa de preimpregnación

- Un rodillo de compresión cilíndrico  $R_1$  en el contenedor ( $L= 500$  mm,  $l= 500$  mm,  $H= 600$  mm), diámetro 25 mm.
- 10 - Tiempo de contacto de 0,3 seg en el polvo
- Ángulo  $\alpha_1$  de  $25^\circ$
- Ensanchamiento aproximadamente del 100 % (es decir, una anchura multiplicada por 2) para una mecha de fibra de carbono de carbono 0,635 cm ( $1/4''$ ) Toray, 12K T700S 31E
- $D_{50} = 51$   $\mu\text{m}$ , ( $D_{10} = 21$   $\mu\text{m}$ ,  $D_{90} = 97$   $\mu\text{m}$ ) para el polvo de PEKK.
- 15 - borde del contenedor equipado con un rodillo fijo.

El material fibroso (mecha de fibra de carbono  $1/4''$ ) se impregnó con un polímero (PEKK de granulometría definida anteriormente) según este modo operativo.

Etapa de calentamiento

- 20 El sistema de calentamiento utilizado es el descrito en la figura 1, pero con ocho rodillos cilíndricos  $R'_1$  a  $R'_8$  fijos de diámetro 8 mm.
- La velocidad de avance de la mecha es de 10 m/min
- El microondas utilizado es tal como se describe en WO 87/00387.
- La altura entre el microondas y el rodillo superior es de 4 cm y la altura entre el microondas y los rodillos inferiores es de 9 cm.
- 25 Los ángulos  $\alpha'_1$  a  $\alpha'_8$  son idénticos y de  $25^\circ$ .
- La altura  $h$  es 20 mm
- La longitud  $l$  es 1.000 mm
- Los ocho rodillos están distantes entre sí por 43 mm.
- 30 Calandrado mediante dos calandrias montadas en serie equipadas con un IR de 1kW cada una después de la etapa de calentamiento.
- La figura 18 presenta el material fibroso impregnado obtenido (PEKK).
- Esto demuestra la eficacia del procedimiento de impregnación por un polvo seco en lecho fluidizado con un rodillo de compresión y control del tiempo de contacto en el polvo combinado con una etapa de calentamiento.

35 **Ejemplo 3: modo operativo general que comprende una etapa de preimpregnación de un material fibroso (fibra de carbono) por un polvo de poliamida (MPMDT/10T) en un contenedor que comprende un lecho fluidizado y equipado con un solo rodillo y una etapa de calentamiento por microondas, precediendo cuatro rodillos al contenedor (tensores aguas arriba)**

Los cuatro rodillos que preceden al contenedor son cilíndricos y fijos con un diámetro de 8 cm

Los rodillos están distantes entre sí por 54 cm (distancia entre el primer y el último rodillo)

40 Etapa de preimpregnación y de calentamiento

La etapa de preimpregnación y la etapa de calentamiento son idénticas al ejemplo 2, pero el polímero utilizado es el siguiente:

D50 =115 µm, (D10=49 µm, D90= 207 µm) para el polvo de MPMDT/10T.

Calandrado mediante dos calandrias montadas en serie equipadas con un IR de 1kW cada uno después de la etapa de calentamiento.

Los resultados obtenidos son similares a los del ejemplo 2.

**5 Ejemplo 4: Determinación de la tasa de porosidad por análisis de imagen**

La porosidad se determinó por análisis de imagen sobre una mecha de fibra de carbono 1/4" impregnada con MPMDT/10T en lecho fluidizado con tensores aguas arriba seguido de una etapa de calentamiento por microondas tal como se ha definido anteriormente.

Es menor del 5 %.

**10 Ejemplo 5: Determinación de la tasa de porosidad como la diferencia relativa entre la densidad teórica y la densidad experimental (método general)**

a) Los datos requeridos son:

- La densidad de la matriz termoplástica
- La densidad de las fibras

15 - El gramaje del refuerzo:

- masa lineal (g/m) por ejemplo para una cinta 0,635 cm (¼ de pulgada) (obtenida de un solo rowing)
- masa de superficie (g/m<sup>2</sup>) por ejemplo para una cinta tape más ancha o un tejido

b) Mediciones a realizar:

El número de muestras debe ser como mínimo 30 para que el resultado sea representativo del material estudiado.

20 Las mediciones a realizar son:

- La dimensión de las muestras tomadas:
  - o Longitud (si la masa lineal es conocida).
  - o Longitud y anchura (si la masa de superficie es conocida).
- La densidad experimental de las muestras tomadas:

25 o Mediciones de masa en el aire y en el agua.

- La medición de la tasa de fibras se determina según ISO 1172 :1999 o por análisis termogravimétrico (ATG) tal como se determina, por ejemplo, en el documento B. Benzler, Applikationslabor, Mettler Toledo, Giesen, UserCom 1/2001.

La medición de la tasa de fibras de carbono puede determinarse según ISO 14127 :2008.

Determinación de la tasa de fibras másica teórica:

30 a) Determinación de la tasa de fibras másica teórica:

$$\%M_{fth} = \frac{m_l \cdot L}{M_{eair}}$$

Con

$m_l$  la masa lineal de la cinta,

$L$  la longitud de la muestra y

35  $M_{eair}$  la masa de la muestra medida en el aire.

Se supone que la variación de la tasa másica de fibras está ligada directamente a una variación de la tasa de matriz sin tener en cuenta la variación de la cantidad de las fibras en el refuerzo.

b) Determinación de la densidad teórica:

$$d_{th} = \frac{1}{\frac{1 - \%M_{f_{th}}}{d_m} + \frac{\%M_{f_{th}}}{d_f}}$$

Con  $d_m$  y  $d_f$  las densidades respectivas de la matriz y de las fibras.

La densidad teórica así calculada es la densidad accesible si no hay ninguna porosidad en las muestras.

c) Evaluación de la porosidad:

- 5 La porosidad es entonces la diferencia relativa entre la densidad teórica y la densidad experimental.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado que comprende un material fibroso en fibras continuas y al menos una matriz de polímero termoplástico, caracterizado por que dicho material fibroso impregnado se realiza en una cinta única unidireccional o en una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales y caracterizado por que dicho procedimiento comprende una etapa de preimpregnación de dicho material fibroso que se presenta en forma de una mecha o de varias mechas paralelas por dicho material termoplástico y al menos una etapa de calentamiento de la matriz termoplástica que permite la fusión o el mantenimiento en fusión de dicho polímero termoplástico después de la preimpregnación,
- 5
- efectuándose dicha al menos una etapa de calentamiento mediante al menos una pieza tensora (E) no calefactora y no conductora del calor y al menos un sistema de calentamiento, con la excepción de una calandria calefactora, estando dicha mecha o dichas mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza tensora (E) y desplazándose parcialmente o totalmente en la superficie de dicha al menos una pieza tensora (E) a nivel del sistema de calentamiento,
- 10
- con la exclusión de cualquier procedimiento electrostático en carga voluntaria,
- 15
- llevándose a cabo la preimpregnación con un lecho fluidizado, principalmente a alta velocidad y siendo la tasa de porosidad en dicho material fibroso preimpregnado inferior al 10 %, principalmente inferior al 5 %, en particular inferior al 2 %.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho material fibroso impregnado no es flexible.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que están presentes uno o varios tensores (E") aguas arriba de dicho sistema.
- 20
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se efectúan una etapa de preimpregnación y una etapa de calentamiento, siendo dicha etapa de calentamiento inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dicho al menos un sistema de calentamiento se elige entre un calentamiento con microondas, un calentamiento láser y un calentamiento de Altas Frecuencias (HF).
- 25
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicha al menos una pieza tensora (E) es un rodillo de compresión de forma convexa, cóncava o cilíndrica, preferentemente cilíndrica.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha al menos una pieza tensora (E) está constituida por 1 a 15 rodillos de compresión (R'<sub>1</sub> a R'<sub>15</sub>) de forma cilíndrica, preferentemente por 3 a 15 rodillos de compresión (R'<sub>3</sub> a R'<sub>15</sub>), principalmente por 6 a 10 rodillos de compresión (R'<sub>6</sub> a R'<sub>10</sub>).
- 30
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado por que dicha mecha o dichas mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0,1 a 89°, en particular de 5 a 75°, principalmente de 10 a 45° con un primer rodillo de compresión R'<sub>1</sub> y la tangente horizontal a dicho rodillo R'<sub>1</sub>, dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho primer rodillo de compresión.
- 35
9. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que está presente un segundo rodillo R'<sub>2</sub> después de dicho primer rodillo de compresión R'<sub>1</sub>, formando dicha mecha o dichas mechas un ángulo  $\alpha'_2$  de 0 a 180°, en particular de 5 a 75°, principalmente de 10 a 45° con dicho segundo rodillo de compresión R'<sub>2</sub> y la tangente horizontal a dicho rodillo R'<sub>2</sub>, dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho segundo rodillo de compresión.
- 40
10. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que está presente al menos un tercer rodillo R'<sub>3</sub> después de dicho segundo rodillo R'<sub>2</sub>, formando dicha mecha o dichas mechas un ángulo  $\alpha'_3$  de 0 a 180°, en particular de 5 a 75°, principalmente de 10 a 45° con dicho tercer rodillo de compresión R'<sub>3</sub> y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>3</sub>, dicha mecha o dichas mechas se ensanchan en contacto con dicho tercer rodillo de compresión R'<sub>3</sub>.
- 45
11. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que están presentes seis a diez rodillos y al mismo nivel.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que el porcentaje de ensanchamiento a la salida del último rodillo de compresión R'<sub>i</sub>, es de aproximadamente del 0 al 300 %, en particular del 0 al 50 % con respecto al de dicha o dichas mechas a la entrada del primer rodillo de compresión R'<sub>1</sub>.
- 50
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que dicho polímero termoplástico es un polímero termoplástico no reactivo.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que dicho polímero termoplástico es un prepolímero reactivo susceptible de reaccionar con él mismo o con otro prepolímero, en función de los extremos de

cadena portados por dicho prepolímero, o también con un alargador de cadena, estando dicho polímero reactivo opcionalmente polimerizado durante la etapa de calentamiento.

5 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que dicho al menos polímero termoplástico se selecciona entre: las poli(aril étercetonas) (PAEK), en particular la poli(éterétercetona) (PEEK); las poli(aril étercetonacetona) (PAEKK), en particular la poli(étercetonacetona) (PEKK); las poliéter-imidas (PEI) aromáticas; las poliaril sulfonas, en particular las polifenileno sulfonas (PPSU) ; los poliarilsulfuros, en particular los polifenileno sulfuros (PPS); las poliamidas (PA), en particular poliamidas semiaromáticas (poliftalamidas) modificadas eventualmente por unidades de urea; las PEBA, los poliacrilatos en particular el polimetacrilato de metilo (PMMA); las poliolefinas, en particular el polipropileno, ácido poliláctico (PLA), alcohol polivinílico (PVA), y los polímeros fluorados en particular el polifluoruro de vinilideno (PVDF) o el politetrafluoroetileno (PTFE) o el policlorotrifluoroetileno (PCTFE); y sus mezclas, principalmente una mezcla de PEKK y de PEI, preferentemente del 90-10 % en peso al 60-40 % en peso, en particular del 90-10 % en peso al 70-30 % en peso.

15 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado por que dicho al menos polímero termoplástico es un polímero cuya temperatura de transición vítrea es tal como  $T_g \geq 80^\circ\text{C}$ , principalmente  $\geq 100^\circ\text{C}$ , en particular  $\geq 120^\circ\text{C}$ , principalmente  $\geq 140^\circ\text{C}$ , o un polímero semicristalino cuya temperatura de fusión  $T_f \geq 150^\circ\text{C}$ .

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado por que dicho al menos polímero termoplástico se selecciona entre las poliamidas, las poliamidas alifáticas, las poliamidas cicloalifáticas y las poliamidas semiaromáticas (poliftalamidas), PEKK, PEI y una mezcla de PEKK y de PEI.

20 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado por que la tasa de fibras en dicho material fibroso impregnado está comprendida del 45 al 65 % en volumen, preferentemente del 50 al 60 % en volumen, principalmente del 54 al 60 %.

25 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado por que comprende además una etapa de conformado de dicha mecha o de dichas mechas paralelas de dicho material fibroso impregnado, por calandrado mediante al menos una calandria calefactora en forma de cinta única unidireccional o de una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales conteniendo, en este último caso, dicha calandria calefactora una pluralidad de gorjas (73) de calandrado, preferentemente hasta 200 gorjas de calandrado, en conformidad con el número de dichas cintas y con una presión y/o una separación entre los rodillos de dicha calandria regulados por un sistema controlador,

30 20. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado por que la etapa de calandrado se realiza mediante una pluralidad de calandrias calefactoras, montadas en paralelo y/o en serie con respecto al sentido de desplazamiento de las mechas de fibras.

21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 19 o 20, caracterizado por que dicha (o dichas) calandria(s) calefactora(s) comprende (comprenden) un sistema de calentamiento integrado por inducción, por calentamiento de Altas Frecuencias o por microondas, preferentemente por microondas, acoplado a la presencia de cargas carbonadas en dicho polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos.

35 22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado por que está presente una presa de banda entre el sistema de calentamiento y la calandria.

23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado por que está presente una hilera calefactora entre el sistema de calentamiento y la calandria.

40 24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado por que está presente una prensa de banda entre el sistema de calentamiento y la calandria y una hilera calefactora entre la prensa de banda y la calandria.

45 25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 24, caracterizado por que dichas etapas de preimpregnación y de impregnación se completan por una etapa de recubrimiento de dicha mecha única o de dicha pluralidad de mechas paralelas después de la impregnación por el polvo, realizándose dicha etapa de recubrimiento antes de dicha etapa de calandrado, por un polímero termoplástico fundido, pudiendo ser idéntico o diferente de dicho polímero de preimpregnación, siendo dicho polímero fundido preferentemente de la misma naturaleza que dicho polímero de preimpregnación, efectuándose preferentemente dicho recubrimiento por extrusión en cabezal transversal con respecto a dicha mecha única o a dicha pluralidad de mechas paralelas.

50 26. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 25, caracterizado por que dicho polímero termoplástico comprende además cargas carbonadas, en particular negro de carbono o nanocargas carbonadas, preferentemente elegidas entre nanocargas carbonadas, en particular grafenos y/o nanotubos de carbono y/o nanofibrillas de carbono o sus mezclas.

55 27. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 26, caracterizado por que dicho material fibroso comprende fibras continuas seleccionadas entre las fibras de carbono, de vidrio, de carburo de silicio, de basalto, de sílice, las fibras naturales en particular de lino o de cáñamo, de lignina, de bambú, de sisal, de seda, o celulósicas en particular de viscosa, o fibras termoplásticas amorfas de temperatura de transición vítrea  $T_g$  superior a la  $T_g$  de dicho polímero

- 5 o de dicha mezcla de polímeros cuando este último es amorfo o superior a la  $T_f$  de dicho polímero o de dicha mezcla de polímeros cuando este último es semicristalino, o fibras termoplásticas semicristalinas de temperatura de fusión  $T_f$  superior a la  $T_g$  de dicho polímero o de dicha mezcla de polímeros cuando este último es amorfo o superior a la  $T_f$  de dicho polímero o de dicha mezcla de polímeros cuando este último es semicristalino, o una mezcla de dos o de varias de dichas fibras, preferentemente una mezcla de fibras de carbono, de vidrio o de carburo de silicio, en particular fibras de carbono.

# MICROONDAS O LÁSER

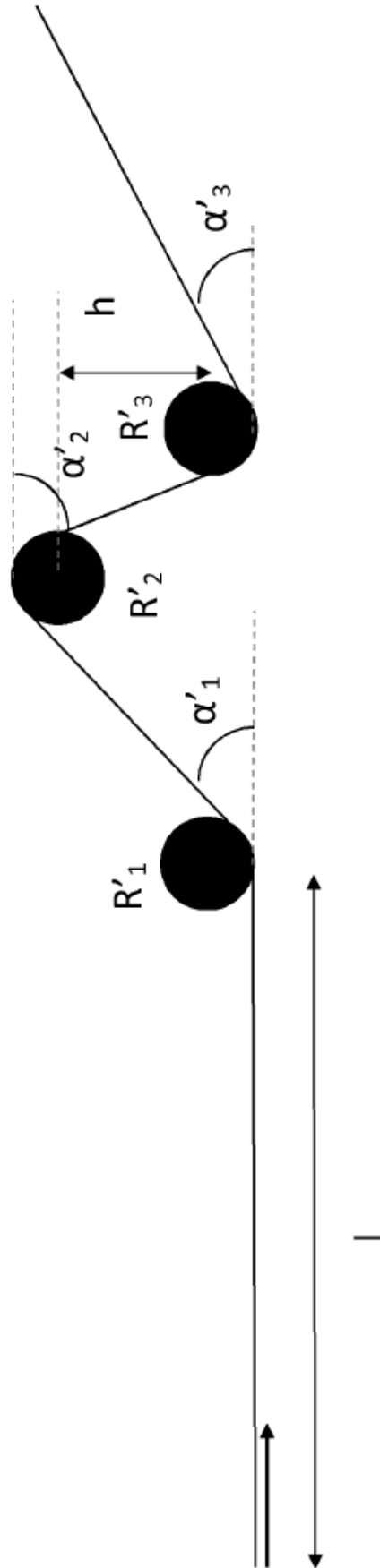


FIG.1

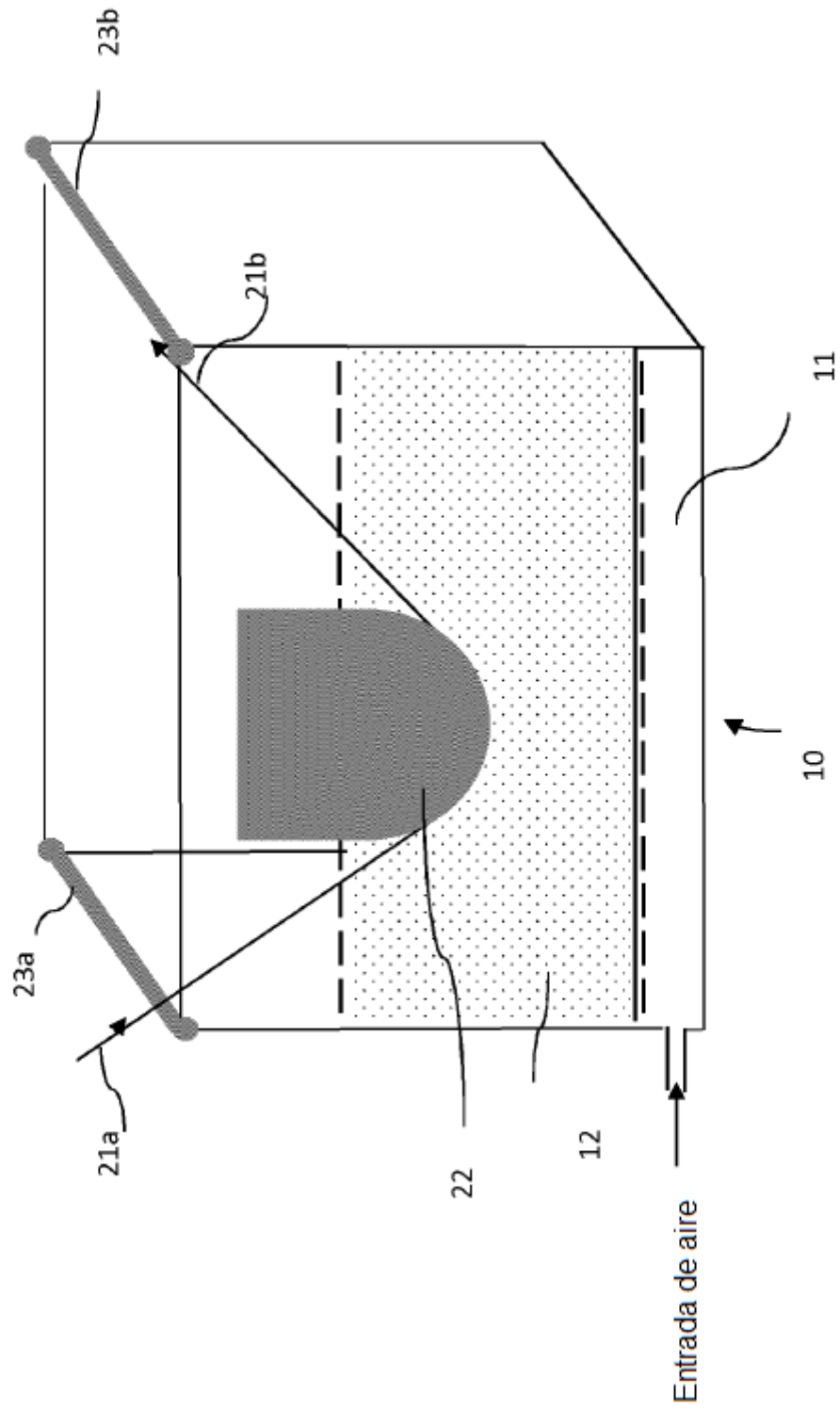


FIG.2

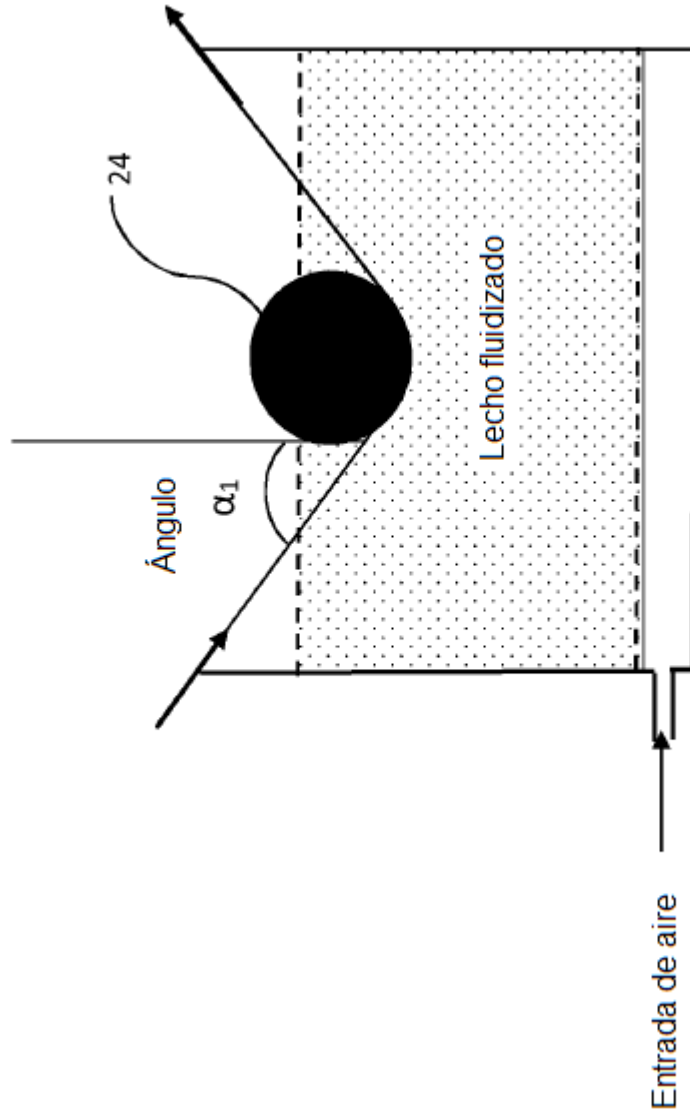


FIG.3

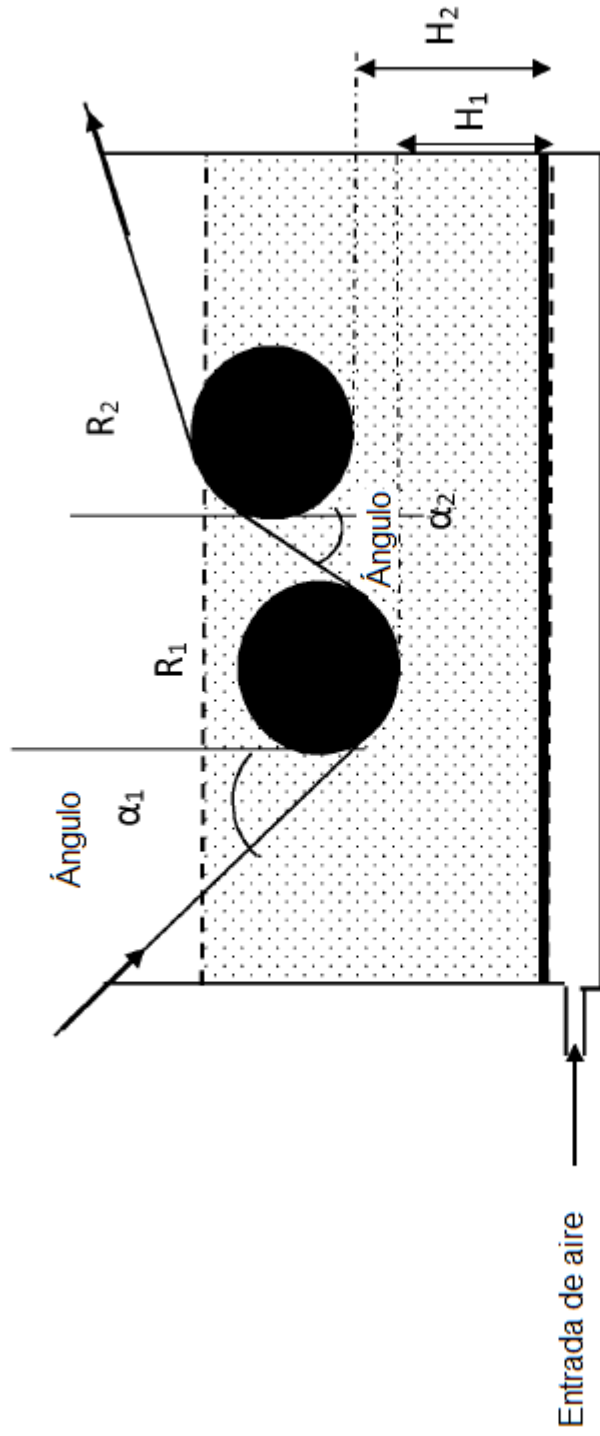
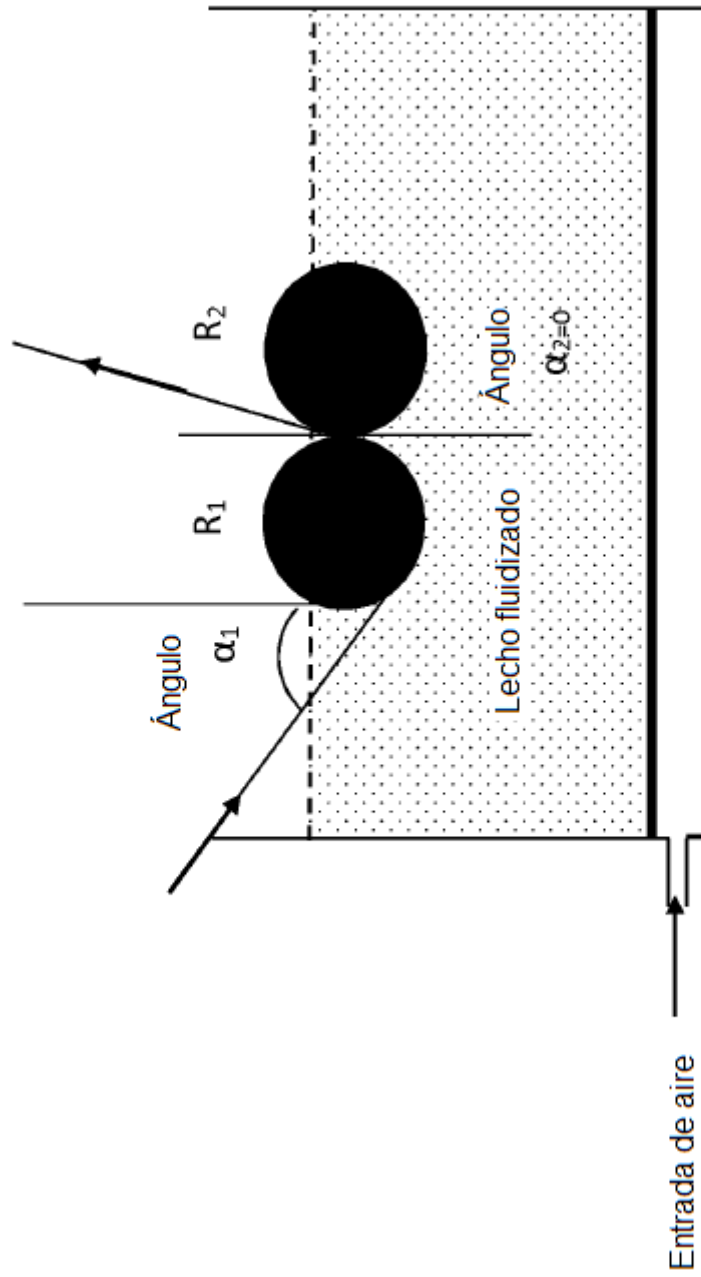
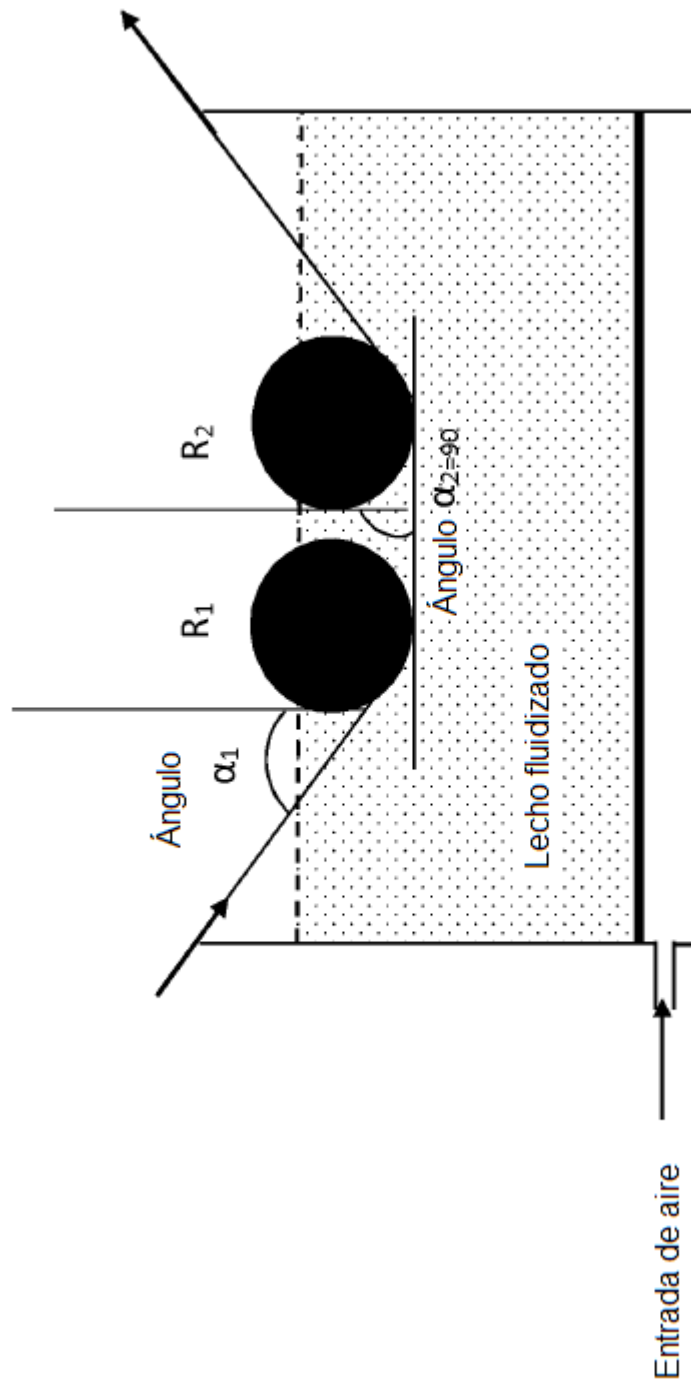


FIG.4



**FIG.5**



**FIG.6**

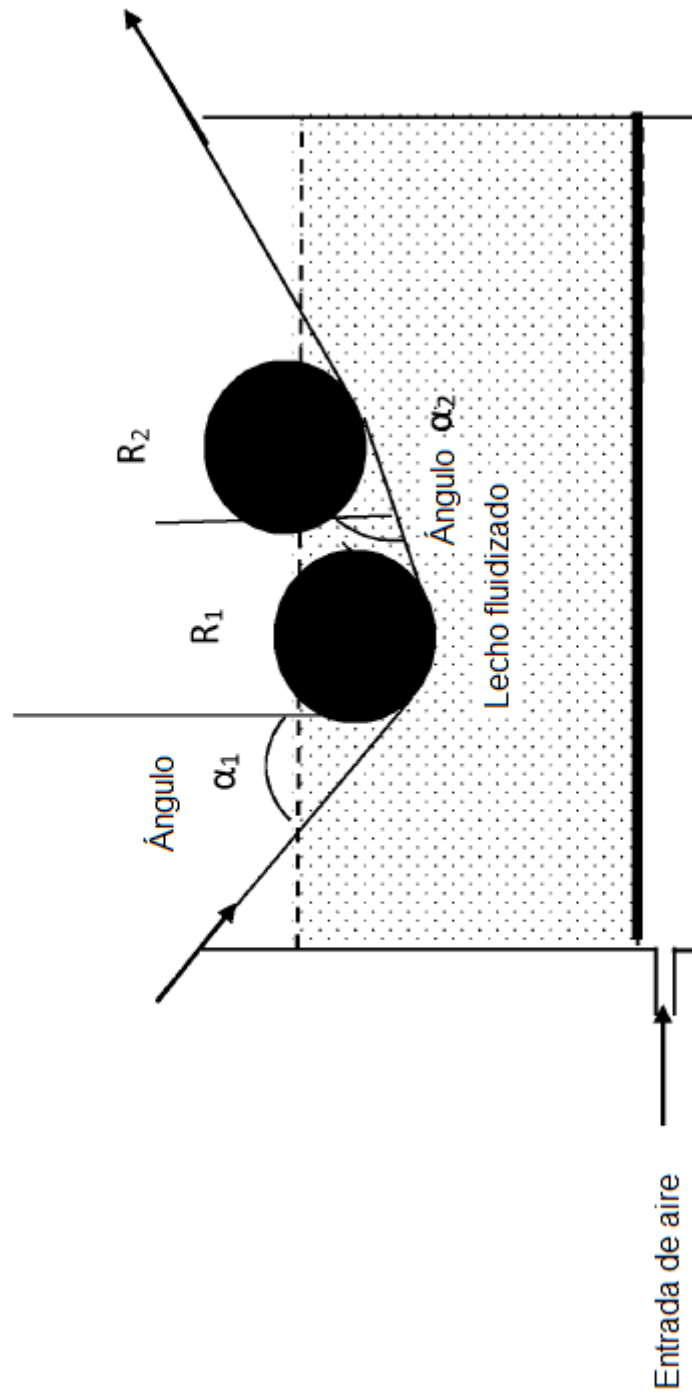


FIG.7

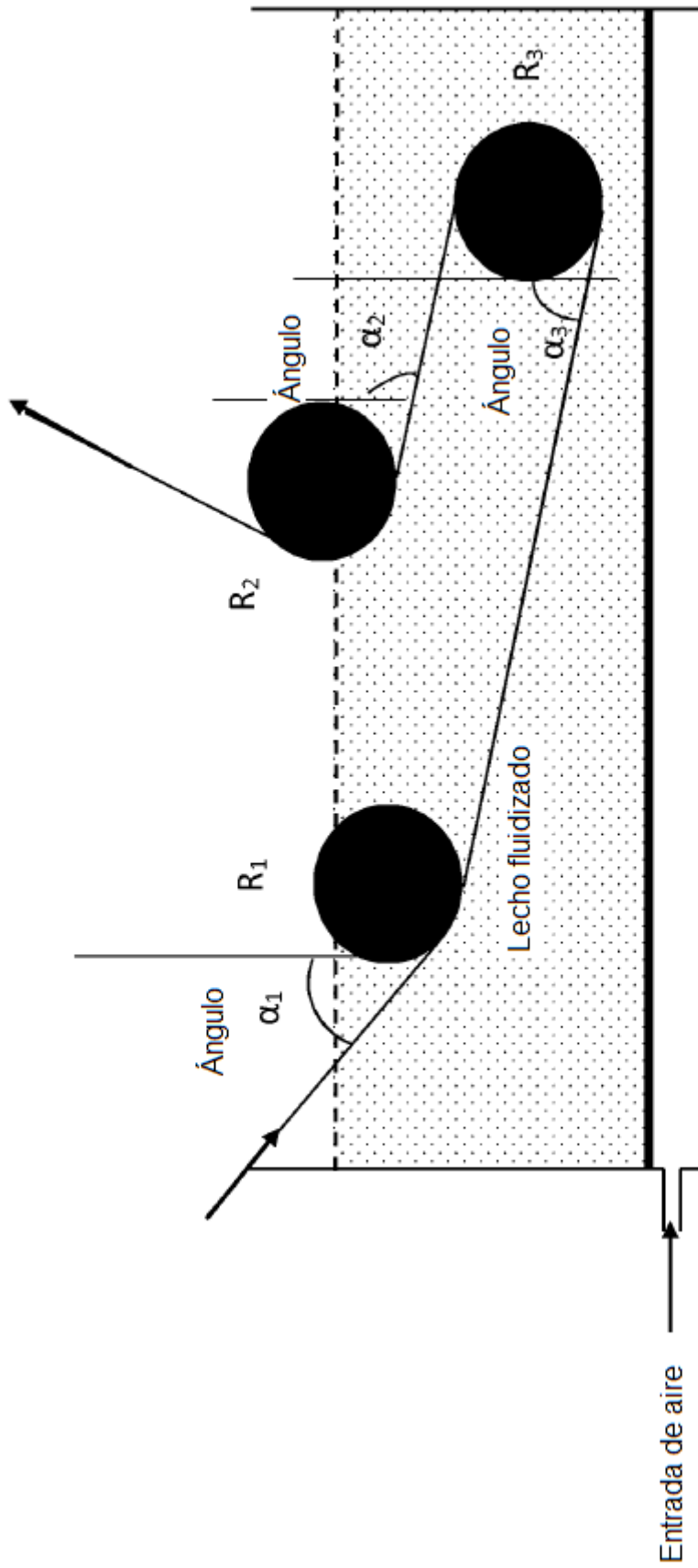
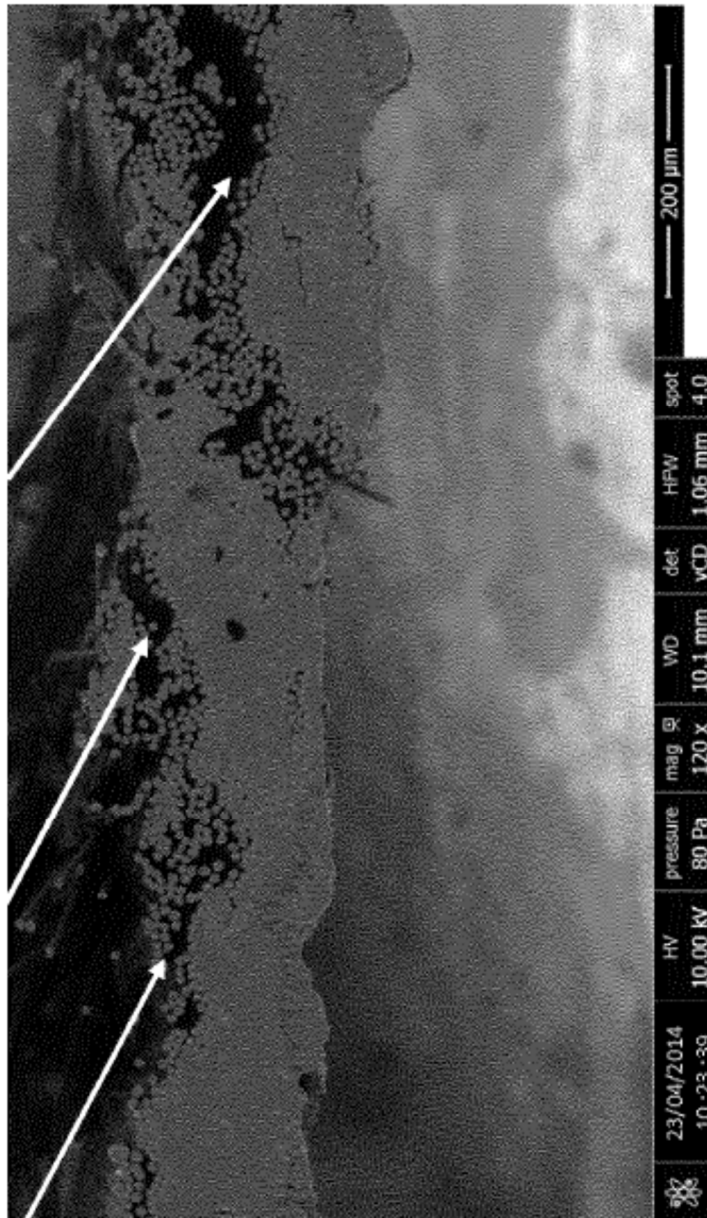
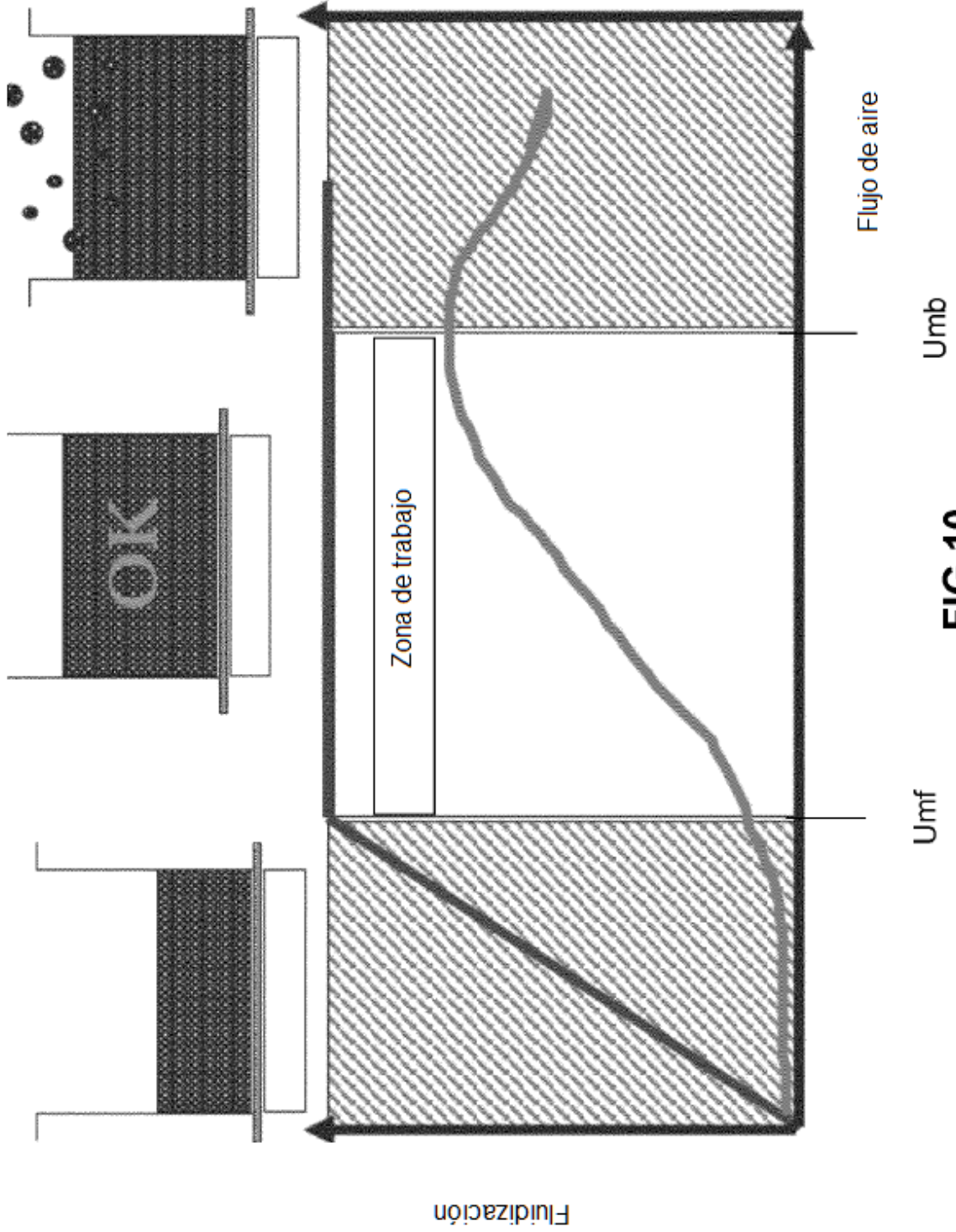


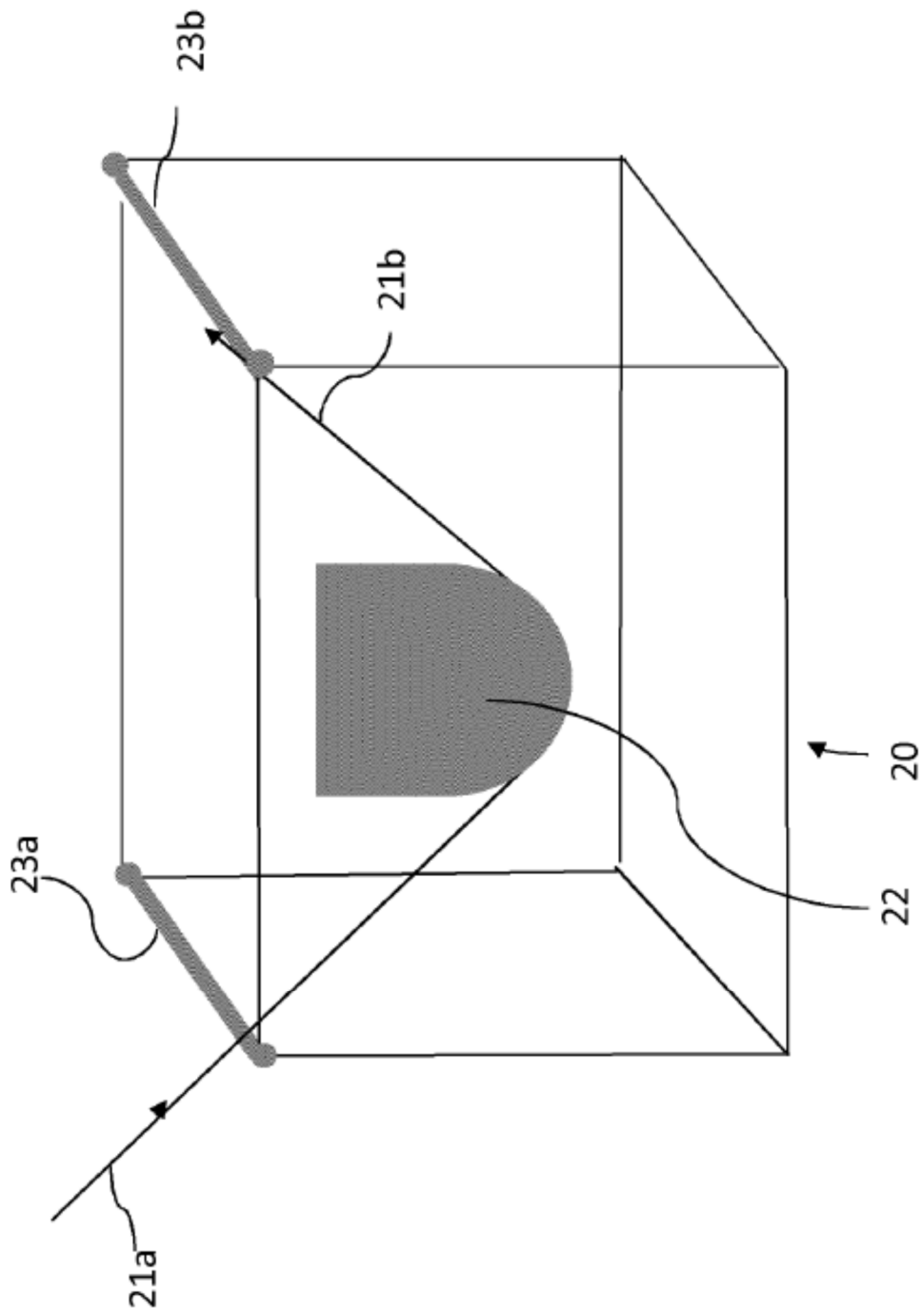
FIG.8



**FIG.9**



**FIG.10**



**FIG.11**

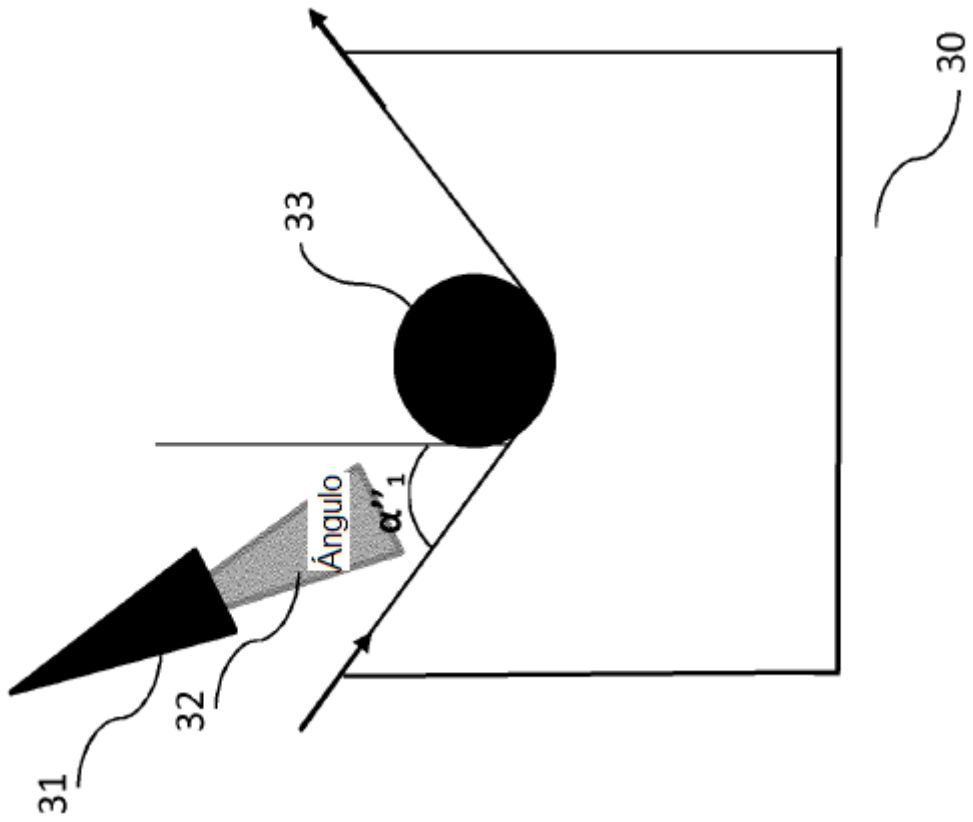


FIG.12

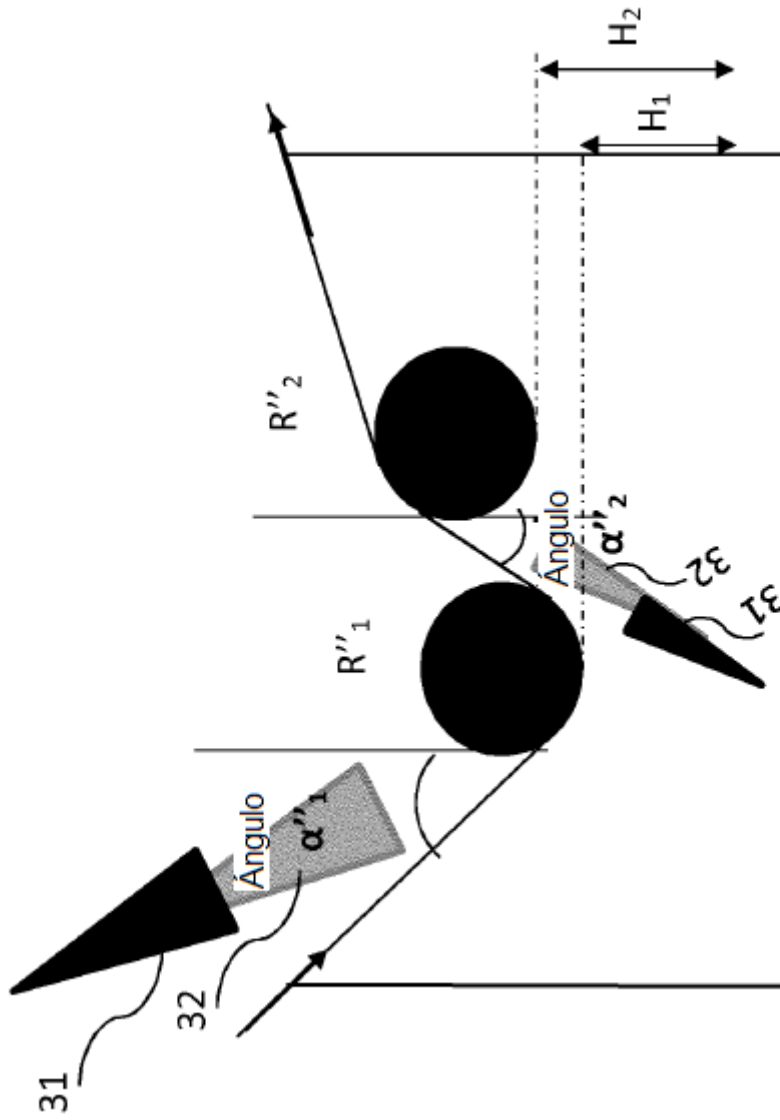


FIG.13

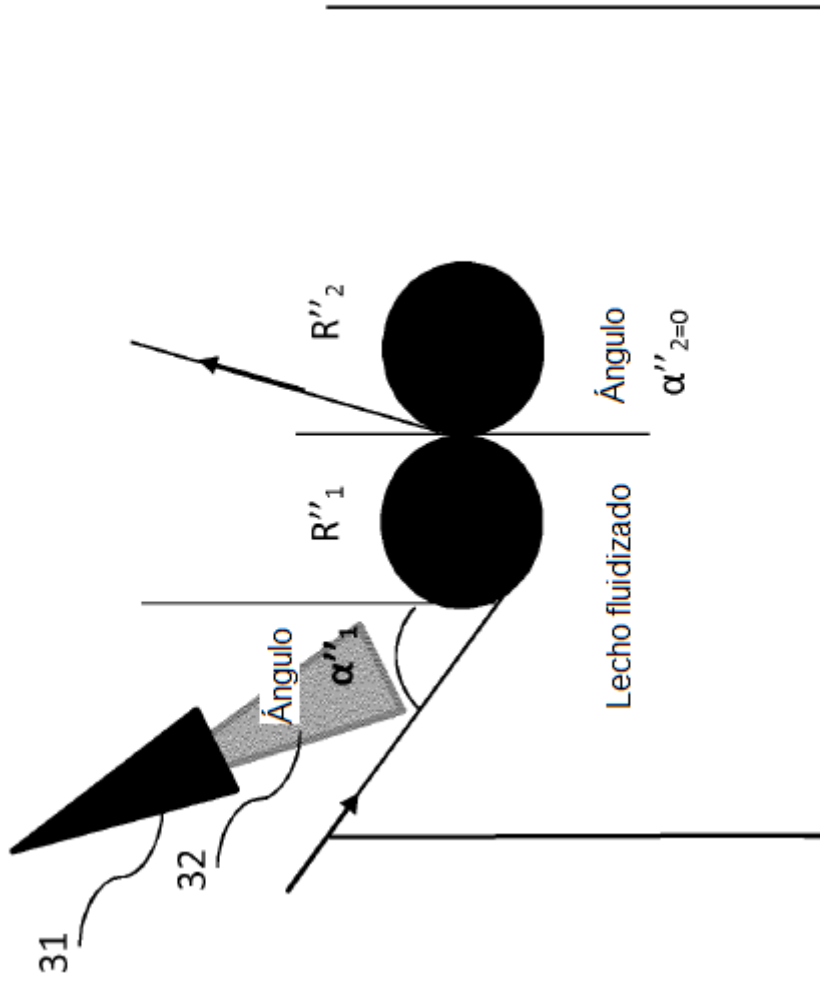


FIG.14

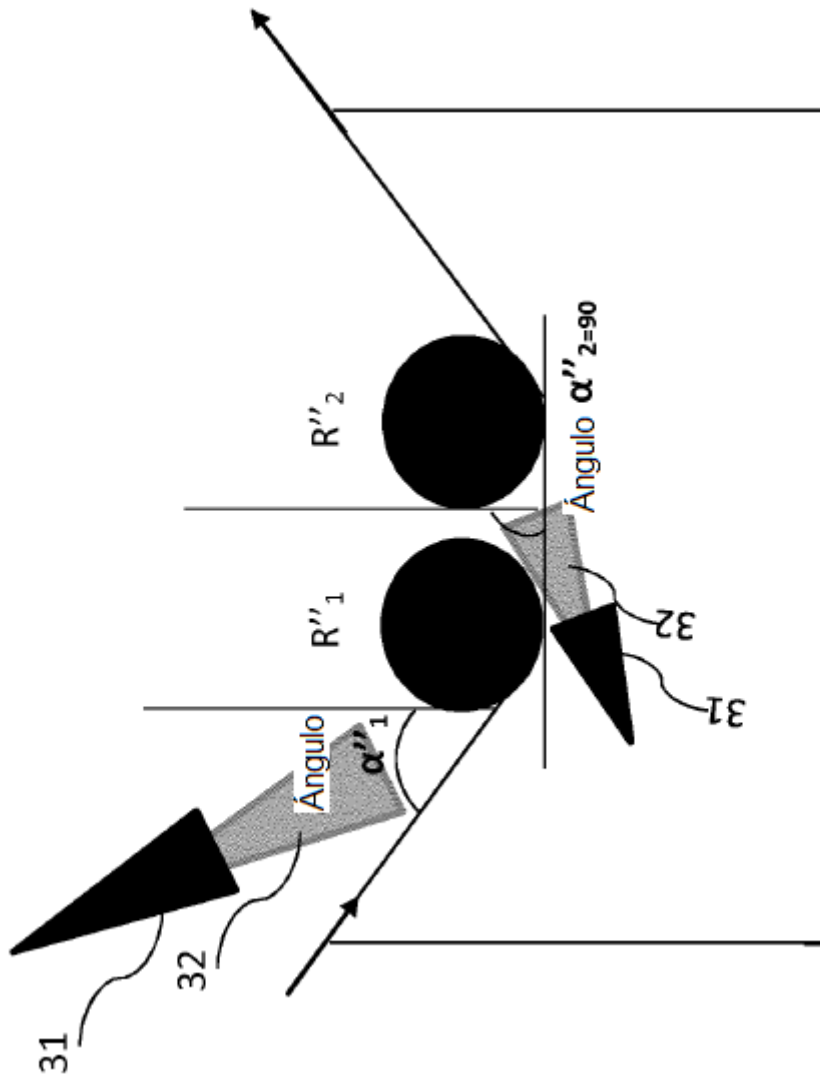


FIG.15

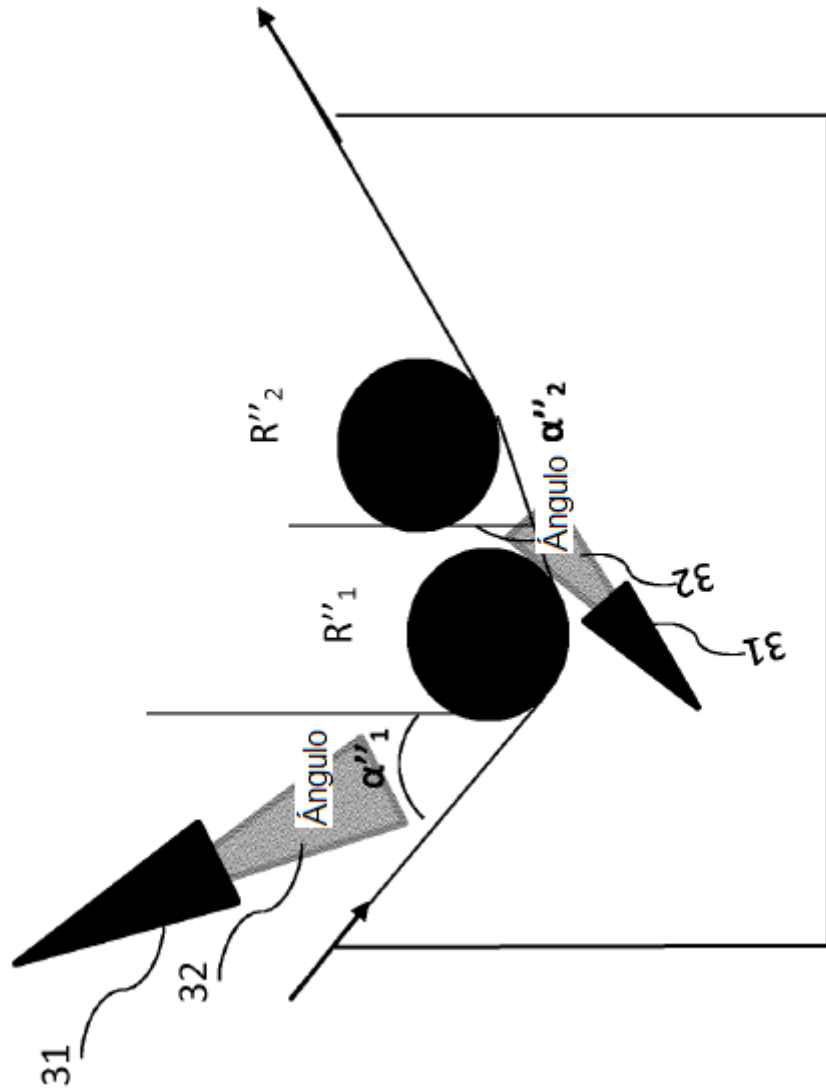


FIG.16

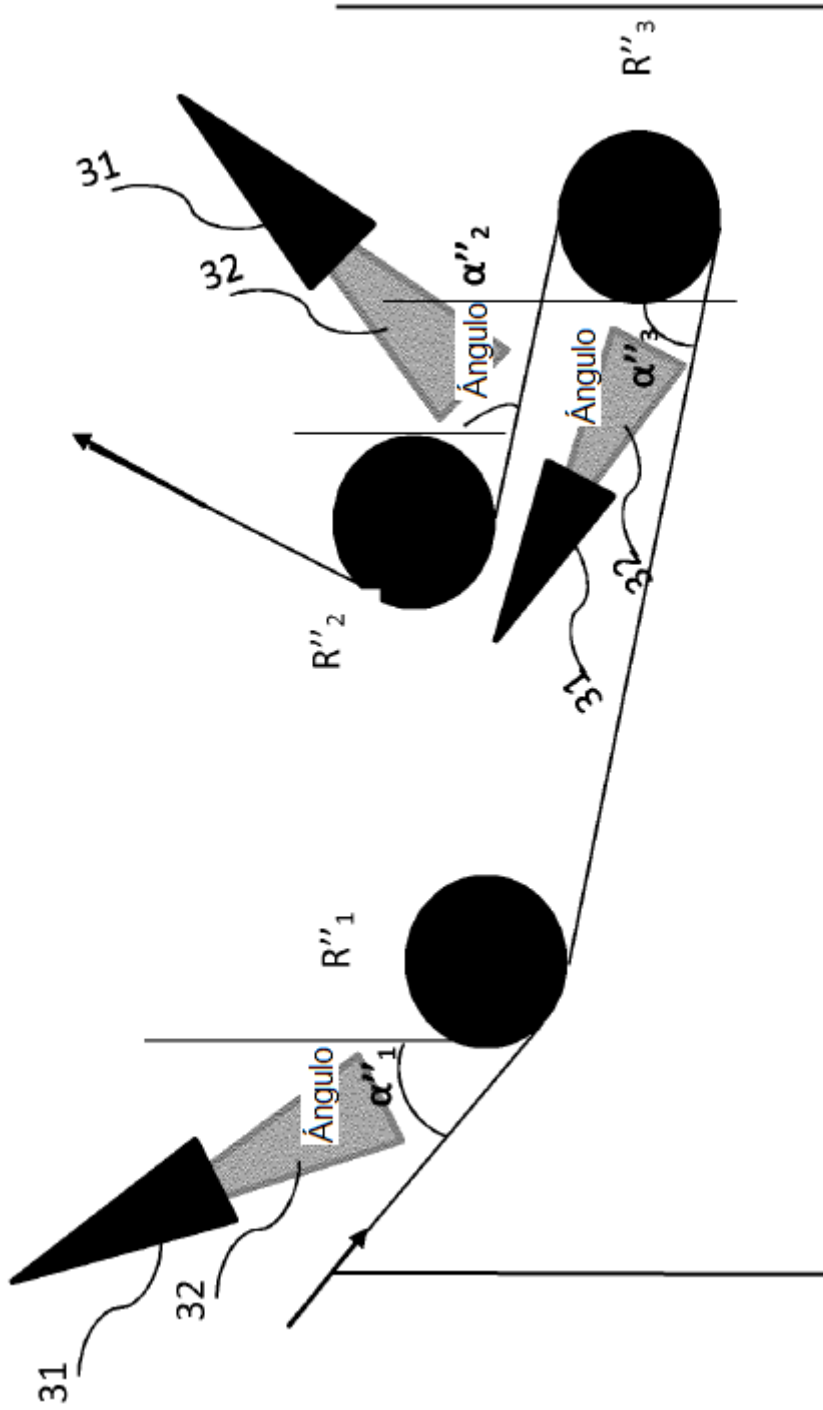
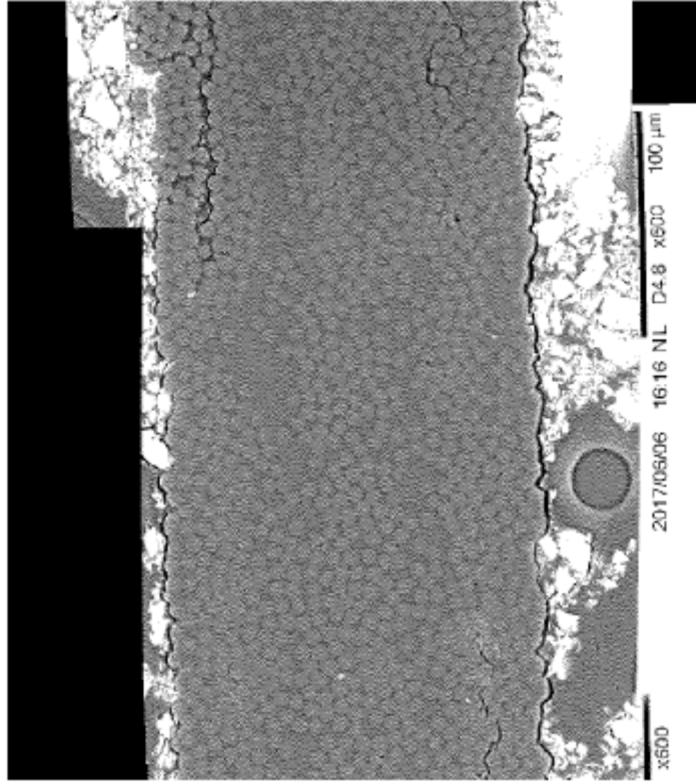
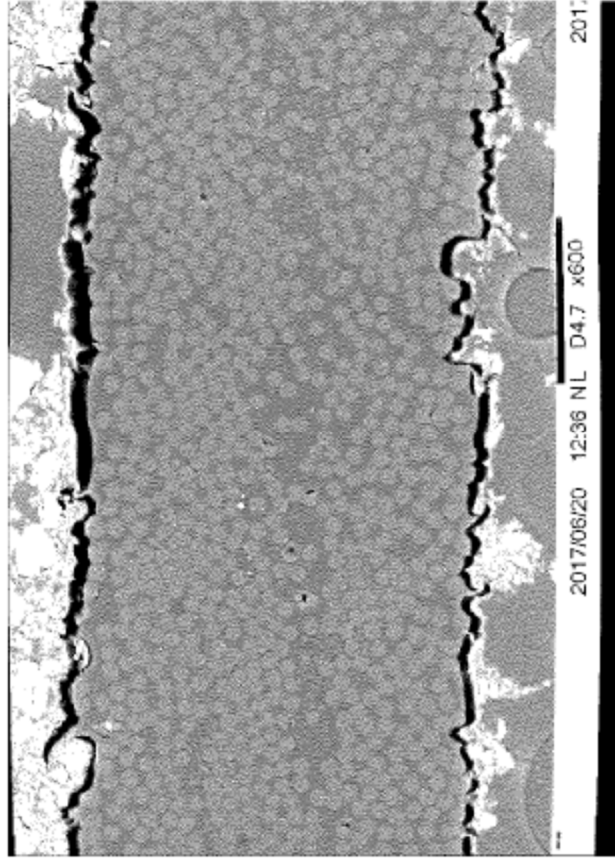


FIG.17



**FIG.18**



**FIG.19**