

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 106**

51 Int. Cl.:

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2018 E 18178998 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 3418019**

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

30 Prioridad:

**22.06.2017 FR 1755705**

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 2 808 106 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 de polímero termoplástico

**[Campo de la invención]**

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

Más en particular, 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 vistas a la obtención de cintas de material fibroso impregnado de manera homogénea, especialmente en el núcleo, de porosidad reducida y controlada, de dimensiones calibradas, directamente utilizables 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 conformación, se presenta en forma de mechas. Después de su conformación, se presenta en forma de bandas (o tape), o de napas. Cuando las fibras de refuerzo son continuas, su ensamblaje constituye un refuerzo unidireccional o un tejido o un material textil no tejido (NCF). Cuando las fibras son cortas, su ensamblaje constituye un fieltro o un trenzado de fibras.

Dichos materiales fibrosos impregnados están destinados especialmente a la realización de materiales compuestos ligeros para la fabricación de piezas mecánicas que tienen una estructura en 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. El uso de resinas ignífugas o de aditivos ignífugos en resinas que no lo son permite a los materiales fibrosos impregnados ser resistentes al fuego. Por tanto, poseen propiedades compatibles con la fabricación de piezas especialmente en los campos de la mecánica, la aeronáutica, la industria naval, el automóvil, el petróleo y el gas, en particular en plataformas en mar abierto, el almacenamiento de gas, la energía, la salud y la medicina, los deportes y el ocio y la electrónica.

20 Dichos materiales fibrosos impregnados se denominan asimismo materiales compuestos. Comprenden el material fibroso, constituido por 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 dar la forma deseada al producto final. Esta matriz asegura asimismo la transferencia de carga entre las fibras y, por tanto, condiciona la resistencia mecánica del material compuesto. Dicha matriz sirve asimismo para proteger las fibras de refuerzo contra la abrasión y un entorno agresivo, para controlar el aspecto de superficie y para dispersar las posibles cargas entre las fibras. El papel de esta matriz es importante para la conservación a largo plazo del material compuesto, especialmente en lo que se refiere a la fatiga y la fluencia.

**[Técnica anterior]**

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

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

40 Se emplea asimismo el término «mecha» para designar el material fibroso.

Hasta el presente, la fabricación de bandas de materiales fibrosos reforzadas por impregnación de polímero termoplástico o de polímero termoendurecible se efectuaba según varios procedimientos que dependen especialmente de la naturaleza del polímero, del tipo de material compuesto final deseado y de su campo de aplicaciones, estando algunos de estos procedimientos constituidos por una etapa de impregnación seguida de una etapa de calandrado en caliente del material fibroso impregnado o de una etapa de secado en su caso seguida de una etapa de fusión del polímero termoplástico.

50 Así, a menudo se usan tecnologías de impregnación en vía húmeda o por medio de un precursor líquido o de muy baja viscosidad, que se polimerizan in situ, para impregnar las fibras de refuerzo mediante polímeros termoendurecibles, como por ejemplo resinas epoxídicas, tal como se describe en la patente WO2012/066241A2. En general estas tecnologías no son aplicables directamente a la impregnación mediante polímeros termoplásticos, ya que raramente disponen de precursores líquidos.

Los procedimientos de impregnación por extrusión en cabeza de escuadra de un polímero fundido están adaptados únicamente al uso de polímeros termoplásticos de baja viscosidad. Los polímeros termoplásticos, en particular los de alta temperatura de transición vítrea, tienen una viscosidad en estado fundido demasiado alta 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 polimérica, 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 permite la impregnación mayoritaria solo en una de las caras.

10 Otro procedimiento conocido de preimpregnación es el paso en continuo de 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 usa una dispersión de polvos de tamaño micrométrico (aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ ). Después de templado en la solución acuosa, las fibras son impregnadas por 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 templado. A continuación, es necesaria una etapa de tratamiento térmico, consistente 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 distribuya y recubra las fibras.

15 El principal inconveniente de este procedimiento es la homogeneidad de la deposición que a veces es imperfecta, un revestimiento efectuado únicamente en superficie. Además, la granulometría de los polvos usados suele ser fina (normalmente 20  $\mu\text{m}$  de D50 en volumen) y esto aumenta también el coste final de la cinta o de la napa impregnadas.

20 Además, la etapa de secado de este procedimiento induce una porosidad en las fibras impregnadas por evaporación del agua.

El material fibroso impregnado tiene que ser conformado a continuación, por ejemplo, en forma de cintas.

25 Distintas empresas comercializan bandas de materiales fibrosos obtenidas por un procedimiento de impregnación de fibras unidireccionales por paso de fibras, en continuo, en un baño que contiene un disolvente orgánico tal como benzofenona, en el que se disuelve el polímero termoplástico. Por ejemplo, se puede hacer referencia al documento US 4 541 884 de Imperial Chemical Industries. La presencia del disolvente orgánico permite especialmente adaptar la viscosidad del polímero y asegurar un buen revestimiento de las fibras. Las fibras así impregnadas son conformadas a continuación. Por ejemplo, pueden ser cortadas en bandas de diferentes anchuras y después dispuestas bajo una prensa, y a continuación calentadas a una temperatura superior a la temperatura de fusión del polímero para asegurar la cohesión del material y especialmente la adherencia del polímero en las fibras. Este procedimiento de impregnación y de conformación permite realizar piezas de estructura de alta resistencia 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 especialmente de su naturaleza química. Puede ser relativamente elevada para polímeros de tipo poliamida 6, e incluso muy elevada para polímeros de tipo poli(sulfuro de fenileno) (PPS), poliamida HT, poli(eteretercetona) (PEEK) o poli(etercetona) (PEKK) por ejemplo. Por tanto, la temperatura de calentamiento puede 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 de 305°C y 150°C para la benzofenona. En este caso, se asiste a una consunción brusca del disolvente que induce una fuerte porosidad en las fibras y provoca en consecuencia la aparición de defectos en el material compuesto. Por tanto, el procedimiento es difícil de reproducir e implica riesgos de incendio que ponen en peligro a los operadores. Finalmente, el uso de disolventes orgánicos debe evitarse por motivos ambientales y de higiene y seguridad de los operadores.

45 El documento EP 0 406 067, registrado con los nombres conjuntos de Atochem y del Estado Francés, así como el documento EP0 201 367 describen por su parte una técnica de impregnación en lecho fluidizado de polvo de polímero. Las fibras penetran en una cuba de fluidización cerrada en la que, en lo que concierne al documento EP 0 406 067, están en su caso separadas unas de otras por medio de rodillos o de cilindros acanalados, de manera que las fibras se cargan electrostáticamente, por rozamiento en contacto con estos rodillos o cilindros. Esta carga electrostática permite que el polvo de polímero se adhiera a la superficie de las fibras y así las impregne.

50 La solicitud internacional WO 2016/062896 describe una pulverización de mecha por un procedimiento electrostático con 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 pulverización y la mecha.

55 El documento W02008/135663 describe, en una tercera variante, la realización de una cinta de fibras impregnada. En este documento, la cinta de fibras está ya preformada previamente en la etapa de impregnación, en forma de una cinta hecha de fibras mantenidas juntas por medios de contención. La cinta así preformada se carga previamente con electricidad estática y se sumerge en un recipiente que contiene un lecho fluidizado de finas partículas de polímero en suspensión en aire comprimido, de manera que reviste la cinta con una capa de recubrimiento de polímero. Dicho documento no permite realizar una impregnación de una o varias mechas de fibras de forma simultánea ni una conformación, en continuo, de las mechas impregnadas en forma de cintas.

El documento EP2586585 describe también el principio de impregnar fibras haciéndolas pasar por un lecho fluidizado de partículas de polímero. Por el contrario, no describe una conformación 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 composición.

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

10 El calandrado en caliente se efectúa corriente abajo del dispositivo de impregnación y permite homogeneizar la distribución 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 usar una calandra o una prensa para compactar un material compuesto que comprende fibras metálicas impregnadas, usado para la fabricación de cuerpo moldeado para el blindaje contra la radiación electromagnética. No describe la impregnación de una o varias mechas de fibras y su conformación, en continuo, en forma de una o varias cintas paralelas unidireccionales por calentamiento después de impregnación por medio de una pieza de embarrado conductora del calor y de al menos un sistema de calentamiento.

15 El documento DE1629830 describe un procedimiento de impregnación de hilos constituidos por una multitud de hebras reforzadas por un tejido de material sintético termoplástico que comprende las etapas siguientes:

- 20 1) paso de los hilos a través de una fase líquida de material sintético termoplástico,
- 2) paso a través de una boquilla de raspado,
- 3) paso a través de un canal calentado a la temperatura necesaria para la gelificación o el secado y la plastificación del material sintético arrastrado por los hilos,
- 4) guiado a través de cilindros calentados después de la salida del canal de calentamiento y del laminado de las mechas.

25 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,
- 2) combinación del refuerzo fibroso y de un oligómero de PEEK para formar un material compuesto,
- 3) polimerización del oligómero en poli PEEK,
- 30 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 despliegue de las mechas con embarrados.

Una primera zona de despliegue con embarrados permite desplegar las fibras antes de impregnarlas por vía fundida y después existe una segunda zona de embarrados calentada.

35 El documento JP 2013 132890 describe un procedimiento de producción de cintas de plástico reforzadas por fibras caracterizado por que las fibras pasan a través de una máquina de recubrimiento de resina termoplástica, en particular una extrusora de cabeza de escuadra y después por el paso de las fibras impregnadas en una guía que comprende una parte superior y una parte inferior, pudiendo la parte inferior comprender rodillos y pudiendo la guía estar calentada.

40 El documento WO 96/28258 describe un procedimiento que no comprende despliegue de la mecha.

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

45 En lo que se refiere a la conformación de materiales fibrosos impregnados en forma de cintas calibradas, adaptadas a la fabricación de piezas compuestas tridimensionales por deposición automática por medio de un robot, en general se realiza en postratamiento.

50 Así, el documento WO92/20521 describe la posibilidad de impregnar una mecha de fibras haciéndola pasar por 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

postratamiento del refuerzo fibroso impregnado obtenido puede consistir en hacerlo pasar por un conjunto de rodillo de calandrado que permite mejorar la impregnación mediante la matriz todavía líquida. Dicho documento no permite realizar una impregnación de una o varias mechas de fibras y una conformación, en continuo, de las mechas impregnadas en forma de una o varias cintas paralelas unidireccionales.

5 La calidad de las cintas de material fibroso impregnado, y por tanto la calidad del material compuesto final, depende no solo de la homogeneidad de la impregnación de las fibras y por tanto del control y de la reproducibilidad de la porosidad del material fibroso impregnado, sino también de la dimensión y más en particular de la anchura y del grosor de las cintas finales. Una regularidad y un control de estos dos parámetros dimensionales permiten de hecho mejorar la resistencia mecánica de los materiales compuestos obtenidos (a partir de las cintas). Actualmente, con  
10 independencia del procedimiento usado para la impregnación de los materiales fibrosos, la fabricación de cintas de baja anchura, es decir, de anchura inferior a 400 mm, necesita generalmente una hendidura (es decir, un corte) de bandas de anchura superior a 400 mm, también denominadas napas. Las cintas así dimensionadas se retoman a continuación para ser depositadas por un robot con ayuda de una cabeza.

15 Además, como los rodillos de napas no superan una longitud del orden 1 km, las cintas obtenidas después del corte no son en general suficientemente largas para fabricar ciertas piezas compuestas de tamaño importante durante la deposición mediante robot. Las cintas deben por tanto ser empalmadas para obtener una longitud mayor, creando entonces sobregrosos. Estos sobregrosos conllevan la aparición de heterogeneidades que son perjudiciales para la obtención de materiales compuestos de buena calidad que constituyen dichas piezas compuestas. Además, estos sobregrosos exigen una parada de máquina y el rearranque del robot y por tanto conllevan pérdida de tiempo y de  
20 productividad.

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

30 El uso de disolventes orgánicos implica generalmente la aparición de defectos en el material, así como riesgos ambientales, de salud y de seguridad en general.

La conformación, por postratamiento a alta temperatura del material fibroso impregnado en forma de bandas sigue siendo difícil ya que no siempre permite una distribución homogénea del polímero en las fibras lo que conlleva la obtención de un material de menor calidad, con una porosidad mal controlada.

35 La hendidura de napas para la obtención de cintas calibradas y el empalme de estas cintas induce un coste suplementario de fabricación. La hendidura genera además problemas importantes de polvaredas que contaminan las cintas de materiales fibrosos impregnados usadas para la deposición por robot 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  
40 corte, se deteriora una cantidad no despreciable de fibras, que induce una pérdida de propiedades, y especialmente 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 cortado longitudinal, otro inconveniente del corte de las napas de anchura superior a 400 mm es especialmente la longitud máxima de las cintas obtenidas. De hecho, la longitud de estas napas anchas solo raramente supera los 1.000-1.200 m lineales, especialmente a causa del peso final de las napas obtenidas que debe ser compatible con el procedimiento de cortado longitudinal. Ahora bien, para la realización de numerosas piezas compuestas por deposición de cintas calibradas, especialmente para las piezas de gran dimensión, una bobina de 1.000 m es demasiado corta para no tener que realimentar el robot que está fabricando la pieza, lo que induce también un sobrecoste. Para aumentar la dimensión de las cintas en corte longitudinal, es posible empalmar varias bobinas; este procedimiento consiste en la superposición y la soldadura en caliente de dos cintas, que induce un sobregrosor en la cinta final, y por tanto defectos en el futuro durante la deposición con un sobregrosor dispuesto de manera aleatoria en la pieza final.

Además, los diferentes procedimientos descritos anteriormente no permiten una impregnación homogénea de la mecha lo que resulta desfavorable para las aplicaciones enumeradas anteriormente. La impregnación no se efectúa siempre en el núcleo y si dichos documentos citados anteriormente indican una impregnación en el núcleo, se demuestra que la porosidad obtenida es demasiado alta, especialmente para las aplicaciones enumeradas anteriormente.

Por tanto, la invención tiene como fin remediar al menos uno de los inconvenientes de la técnica anterior. La invención pretende especialmente proponer un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado, por una técnica

5 de preimpregnación a gran velocidad seguida de 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 preimpregnación, por medio de al menos una pieza de embarrado (E) conductora del calor y de al menos un sistema de calentamiento, con exclusión de una calandra de calentamiento, y obtener un material fibroso impregnado que presenta una impregnación homogénea de las fibras, especialmente en el núcleo, y dimensiones controladas, con una porosidad reducida, controlada y reproducible de la que dependen los rendimientos de la pieza compuesta final.

**[Breve descripción de la invención]**

10 A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado que comprende un material fibroso de fibras continuas y al menos una matriz de polímero termoplástico, caracterizado por que dicho material fibroso impregnado se prepara 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 preimpregnación,

15 efectuándose dicha al menos una etapa de calentamiento por medio de al menos una pieza de embarrado (E) conductora del calor y de al menos un sistema de calentamiento, con la excepción de una calandra de calentamiento,

20 estando dicha mecha o mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado (E) y deslizándose parcial o totalmente en la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado (E) presente en el nivel del sistema de calentamiento, estando dicha al menos una pieza de embarrado (E) en su totalidad en el interior del sistema de calentamiento,

25 con exclusión en dicho procedimiento de cualquier procedimiento electrostático con carga voluntaria, y que comprende además una etapa de conformación de dicha o dichas mechas paralelas de dicho material fibroso impregnado, por calandrado por medio de al menos una calandra de calentamiento en forma de cinta única unidireccional o de una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales con, en este último caso, dicha calandra de calentamiento incluyendo una pluralidad de surcos (73) de calandrado, preferiblemente hasta 200 surcos de calandrado, de acuerdo con el número de dichas cintas y con una presión y/o una separación entre los rodillos de dicha calandra regulados por un sistema esclavo,

estando una prensa de banda presente entre el sistema de calentamiento y la calandra, y siendo la tasa de porosidad en dicho material fibroso preimpregnado inferior al 10%, especialmente inferior al 5%, en particular inferior al 2%.

30 Ventajosamente, dicho material fibroso impregnado no es flexible.

35 Al efectuarse la impregnación en el núcleo en el procedimiento de la invención, esto hace el material fibroso impregnado no flexible por oposición a los materiales fibrosos impregnados de la técnica en los que la impregnación es parcial, lo que conduce 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, preferiblemente del 50 al 60% en volumen, especialmente 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, especialmente 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 en particular en al menos el 95% del volumen de la banda o cinta.

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

40 El término «homogénea» 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 en un volumen elemental representativo (VER).

El término «constante» significa que la tasa de fibras en volumen es constante para la incertidumbre de medida cerca de la cual se encuentra en más o menos el 1%.

45 La etapa de preimpregnación del procedimiento de la invención puede efectuarse según las técnicas bien conocidas para el experto en la materia y especialmente elegidas entre las descritas anteriormente siempre que la tecnología no presente problemas relacionados con el uso de disolventes orgánicos o por motivos ambientales y de higiene y seguridad de los operadores.

50 Así puede efectuarse por una tecnología de preimpregnación por extrusión en cabeza de escuadra de polímero fundido, por paso en continuo de las fibras en una dispersión acuosa de polvo polímero o dispersión acuosa de partículas de polímero o emulsión o suspensión acuosa de polímero, por un polvo de polímero en vía seca, ya sea por deposición de este polvo, en lecho fluidizado o por proyección de este polvo mediante boquilla o pistola por vía seca en una cuba.

La expresión «pieza de embarrado (E)» significa cualquier sistema en el que la mecha tiene la posibilidad de deslizarse. La pieza de embarrado (E) puede tener cualquier forma a partir del momento en que la mecha puede deslizarse sobre ella. Puede ser fija o estar en rotación.

5 El sistema de calentamiento es cualquier sistema que desprende calor o emite una radiación que puede calentar la pieza de embarrado (E). La pieza de embarrado (E) es en consecuencia conductora o absorbe la radiación emitida por el calor.

10 La expresión «pieza de embarrado (E) conductora del calor» significa que la pieza de embarrado (E) está constituida por un material capaz de absorber y de conducir el calor. Dicha al menos una pieza de embarrado (E) está situada o comprendida en el entorno del sistema de calentamiento, es decir, no está en el exterior del sistema de calentamiento. Dicha al menos una pieza de embarrado (E) está por tanto en su totalidad en el interior del sistema de calentamiento. Ventajosamente dicho sistema de calentamiento se sitúa por encima de dicha al menos una pieza de embarrado (E). El sistema de calentamiento está a una altura suficiente para que el polímero presente en la mecha pueda fundirse o que su fusión se mantenga, en función de la tecnología usada para la preimpregnación, pero sin degradar dicho polímero. No obstante, dicho sistema de calentamiento comprende únicamente dicha al menos una pieza de embarrado (E) pero puede comprender asimismo una porción de la mecha, fuera de dicho sistema de embarrado (E), estando dicha porción de mecha situada antes y/o después de dicho sistema de embarrado (E).

15 La altura entre el sistema de calentamiento y los embarrados está comprendida entre 1 y 100 cm, preferiblemente entre 2 y 30 cm, en particular entre 2 y 10 cm.

20 En la figura 1 se presenta una representación de un sistema de calentamiento y de tres embarrados (E), que corresponde a R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>, sin estar limitada a esta de ningún modo.

Es muy evidente que puede estar presente un segundo sistema de calentamiento bajo los embarrados que permite así una fusión uniforme de dicho polímero en las dos superficies de la mecha.

25 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 deslizamiento asimismo vertical de la mecha a través de los embarrados.

30 Los autores de la invención han encontrado así de manera inesperada que la etapa de calentamiento tal como se describe anteriormente efectuada después de la etapa de preimpregnación permitía, debido al deslizamiento parcial o total de dicha mecha en dicha o dichas piezas de embarrado (E), obtener una superficie de contacto con dicha mecha muy superior a una calandra y ejercer así una presión en dicha mecha durante un tiempo más importante que con una calandra, lo que tiene como efecto provocar un despliegue de dicha mecha en el nivel del o de los rodillos.

35 En paralelo a esto, el sistema de calentamiento permite también tanto el calentamiento de la pieza de embarrado (E) como de la mecha preimpregnada por el material termoplástico, lo que puede provocar la fusión del polímero termoplástico en dicha mecha antes incluso de su despliegue y cuando la mecha entra en contacto con el primer embarrado (E o R<sub>1</sub> en la figura 1), su despliegue permite entonces la impregnación homogénea y en el núcleo de la misma por el polímero termoplástico en fusión con una tasa de porosidad muy baja que conduce así a una tasa elevada de fibras en volumen, especialmente constante en al menos el 70% del volumen de la banda o cinta, especialmente 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 en particular en al menos el 95% del volumen de la banda o cinta.

40 El término «homogénea» significa que la impregnación es uniforme y que no hay fibras secas en el material fibroso impregnado.

Por fibra seca se entiende una fibra desprovista de polímero o no totalmente rodeada por polímero.

En consecuencia, esta etapa de calentamiento permite perfeccionar la impregnación de la mecha efectuada previamente durante la etapa de preimpregnación y especialmente obtener una impregnación homogénea y en el núcleo.

45 No se abandonará el marco de la invención si sobre la pieza de embarrado (E) no se sitúa un sistema de calentamiento, sino que se encuentra directamente conectado o en contacto con un sistema de calentamiento tal como una fuente de calor o equipada con una resistencia que permite calentar dicha pieza de embarrado (E).

Una calandra de calentamiento está excluida del campo de la invención relativo a dicho sistema de calentamiento.

50 Por calandra de calentamiento debe entenderse un sistema de cilindros lisos u ondulados superpuestos entre los cuales podría circular la mecha, ejerciendo dichos cilindros una presión en dicha mecha para alisarla y efectuar su conformación.

Por tanto, no hay conformación de dicha mecha en el nivel de dicha etapa de preimpregnación y de dicha etapa de calentamiento, en particular sin control preciso de la anchura y del grosor de la cinta en este estadio del procedimiento.

La expresión «con carga voluntaria» significa que se aplica una diferencia de potencial entre el material fibroso y el polvo. La carga está especialmente controlada y amplificada. Los granos de polvos impregnan entonces el material fibroso por atracción del polvo cargado en el lado opuesto de la fibra. Se puede cargar eléctricamente, negativa o positivamente, el polvo por diferentes medios (diferencia de potencial entre dos electrodos metálicos, rozamiento mecánico en partes metálicas, etc.) y cargar la fibra inversamente (positiva o negativamente).

El procedimiento de la invención no excluye la presencia de cargas electrostáticas que podrían aparecer por rozamiento del material fibroso en los elementos de la unidad de implementación antes o al nivel de la cuba pero que están en cualquier estado de cargas involuntarias.

#### Matriz polimérica

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 de superar su temperatura de transición vítrea (Tg) y fluye a mayor temperatura cuando es amorfo, o que puede presentar una fusión clara al superar su temperatura denominada de fusión (Tf) cuando es semicristalino, y que se vuelve a convertir en sólido durante una disminución de temperatura por debajo de su temperatura de cristalización (para un material semicristalino) y por debajo de su temperatura de transición vítrea (para un material amorfo).

La Tg y la Tf se determinan por análisis calorimétrico diferencial (DSC) según la norma 11357-2:2013 y 11357-3:2013 respectivamente.

En lo relativo 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 poder usarlo en un dispositivo tal como una cuba, especialmente en lecho fluidizado o en dispersión acuosa.

El dispositivo en forma de cuba, especialmente en lecho fluidizado, puede ser abierto o cerrado.

De manera facultativa, el polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos comprende además cargas carbonadas, en particular negro de carbono o nanocargas carbonadas, preferiblemente elegidas entre nanocargas carbonadas, en particular grafenos y/o nanotubos de carbono y/o nanofibrillas de carbono o mezclas de los mismos. Estas cargas permiten conducir la electricidad y el calor, y permiten en consecuencia facilitar la fusión de la matriz polimérica cuando se calienta.

Opcionalmente, dicho polímero termoplástico comprende al menos un aditivo, especialmente elegido entre un catalizador, un antioxidante, un estabilizador térmico, un estabilizador UV, un estabilizador a la luz, un lubricante, una carga, un plastificante, un agente ignífugo, un agente de nucleación, un prolongador de cadena y un colorante, un agente conductor eléctrico, un agente conductor térmico o una mezcla de los mismos.

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

Según otra variante, el polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos puede comprender además polímeros de cristales líquidos o poli(butileno tereftalato) ciclado, o mezclas que lo contienen, como la resina CBT100 comercializada por la empresa CYCLICS CORPORATION. Estos compuestos permiten especialmente fluidificar la matriz polimérica en estado fundido, para una mejor penetración en el núcleo de las fibras. Según la naturaleza del polímero o mezcla de polímeros termoplásticos usados para realizar la matriz de preimpregnación, especialmente 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:

- polímeros y copolímeros de la familia de las poliamidas (PA) alifáticas, cicloalifáticas o PA semiaromáticas (también denominadas poliftalamidas (PPA)),
- poliureas, en particular aromáticas,
- polímeros y copolímeros de la familia de los acrílicos como poliacrilatos, y más en particular polimetacrilato de metilo (PMMA) o sus derivados
- los polímeros y copolímeros de la familia de las poli(ariletercetonas) (PAEK) como la poli(eteretercetona) (PEEK), o las poli(ariletercetonacetonas) (PAEKK) como la poli(etercetonacetona) (PEKK) o sus derivados,
- poliéter-imidas (PEI) aromáticas,
- poliarilsulfuros, en particular polifenilensulfuros (PPS),
- poliarilsulfonas, en particular polifenilensulfonas (PPSU),

- poliolefinas, en particular polipropileno (PP);
- ácido poliláctico (PLA),
- alcohol polivinílico (PVA),
- polímeros fluorados, en particular poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF),- o politetrafluoroetileno (PTFE) o policlorotrifluoroetileno (PCTFE), y mezclas de los mismos.

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% y el 99-1%. Ventajosamente, cuando dicho polímero termoplástico es una mezcla, y el procedimiento de preimpregnación usa un polvo seco, esta mezcla se presenta en forma de un polvo obtenido por «dry blend» antes de introducción en la cuba de preimpregnación o por «dry blend» realizada directamente en la cuba o incluso por trituración de un compuesto realizado previamente en extrusora.

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

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

El polímero termoplástico puede corresponder al polímero final no reactivo que impregnará el material fibroso o a un prepolímero reactivo, que impregnará asimismo el material fibroso, aunque puede reaccionar consigo mismo o con otro prepolímero, en función de los finales de cadena transportadas por dicho prepolímero, después de preimpregnación, o con un prolongador de cadena y especialmente durante un calentamiento en el nivel de una calandra de calentamiento.

La expresión «polímero no reactivo» significa que el peso molecular ya no puede evolucionar significativamente, es decir, que su masa molecular en número (Mn) evoluciona menos del 50% durante su implementación y corresponde así al polímero de poliamida final de la matriz termoplástica.

En sentido opuesto, la expresión «polímero reactivo» significa que el peso molecular de dicho polímero reactivo evolucionará durante la implementación por reacción de prepolímeros reactivos entre sí por condensación, sustitución o con un prolongador de cadena por poliadición y sin eliminación de subproductos volátiles para conducir al polímero de poliamida final (no reactivo) de la matriz termoplástica.

Según una primera posibilidad, dicho prepolímero puede comprender o estar constituido por al menos un prepolímero (poliamida) reactivo portador en la misma cadena (es decir, en el mismo prepolímero), de dos funciones terminales X' e Y' respectivamente correactivas entre sí por condensación, siendo más en particular 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 de poliamidas reactivos entre sí 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 dicha función X' de un prepolímero reaccionar solamente con dicha función Y' del otro prepolímero, en particular por condensación, siendo más en particular 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 de poliamida termoplástico, portador de n funciones reactivas terminales X, elegidas entre: -NH<sub>2</sub>, -CO<sub>2</sub>H y -OH, preferiblemente NH<sub>2</sub> y -CO<sub>2</sub>H siendo n de 1 a 3, preferiblemente de 1 a 2, más preferiblemente 1 o 2, más en particular 2 y al menos un prolongador de cadena Y-A'-Y, siendo A' un birradical de hidrocarburos portador de 2 funciones reactivas terminales Y idénticas, reactivas por poliadición con al menos una función X de dicho prepolímero a1), preferiblemente de masa molecular inferior a 500, más preferiblemente inferior a 400.

La masa molecular media en número Mn de dicho polímero final de la matriz termoplástica está preferiblemente en un intervalo comprendido entre 10.000 y 40.000, preferiblemente entre 12.000 y 30.000. Estos valores de Mn pueden corresponder a viscosidades inherentes superiores o iguales a 0,8 tal como se determina en el m-cresol según la norma ISO 307:2007 pero cambiando el disolvente (uso del m-cresol en lugar del ácido sulfúrico y siendo la temperatura de 20°C).

Dichos prepolímeros reactivos según las dos opciones citadas anteriormente tienen una masa molecular media en número Mn comprendida entre de 500 y 10.000, preferiblemente entre 1.000 y 6.000, en particular entre 2.500 y 6.000.

Las Mn están determinadas en particular por el cálculo a partir de la tasa de funciones terminales determinada por titulación potenciométrica en solución y la funcionalidad de dichos prepolímeros. Las masas Mn pueden determinarse también por cromatografía de exclusión estérica o por RMN.

La nomenclatura usada para definir las poliamidas se describe en la norma ISO 1874-1:2011 "Plásticos - Materiales de poliamidas (PA) para moldeo y extrusión - Parte 1: Designación", especialmente en la página 3 (tablas 1 y 2) y es bien conocida por el experto en la materia.

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 Poliamidas (PA), en particular elegidas entre poliamidas alifáticas, poliamidas cicloalifáticas y poliamidas semiaromáticas (poliiftalamidas) en su caso modificadas por motivos de ureas, y sus copolímeros, Polimetacrilato de metilo (PPMA) y sus copolímeros, Polieterimidias (PEI), Poli(sulfuro de fenileno) (PPS), Poli(sulfona de fenileno) (PPSU), PVDF, Poli(etercetonacetona) (PEKK), Poli(etereterceton) (PEEK) y polímeros fluorados como el poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF).

Para los polímeros fluorados, se puede usar un homopolímero del fluoruro de vinilideno (VDF de fórmula  $\text{CH}_2 = \text{CF}_2$ ) o un copolímero del VDF que comprende en peso al menos el 50% en masa de VDF y al menos otro monómero copolimerizable con el VDF. El contenido de VDF debe ser superior al 80% en masa, mejor incluso al 90% en masa, para asegurar una buena resistencia mecánica y química a la pieza de estructura, sobre todo cuando se somete a restricciones térmicas y químicas. El comonómero puede ser un monómero fluorado tal como por ejemplo fluoruro de vinilo.

Para piezas de estructura que deben resistir temperaturas elevadas, además de los polímeros fluorados, se usan ventajosamente según la invención PAEK (PolyArylEtherKetone) tales como poli(éter cetona) PEK, poli(etereterceton) PEEK, poli(éter cetona cetona) PEKK, Poli(etercetonaetercetonacetona) PEKEKK o PA de alta temperatura de transición vítrea Tg.

Ventajosamente, dicho polímero termoplástico es un polímero cuya temperatura de transición vítrea es tal que  $T_g \geq 80^\circ\text{C}$ , especialmente  $\geq 100^\circ\text{C}$ , en particular  $\geq 120^\circ\text{C}$ , especialmente  $\geq 140^\circ\text{C}$ , o un polímero semicristalino cuya temperatura de fusión  $T_f \geq 150^\circ\text{C}$ . Ventajosamente, dicho al menos un prepolímero termoplástico se selecciona entre poliamidas, PEKK, PEI y una mezcla de PEKK y PEI.

Ventajosamente, dicha poliamida se elige entre poliamidas alifáticas, poliamidas cicloalifáticas y poliamidas semiaromáticas (poliiftalamidas). Ventajosamente, dicho prepolímero de poliamida alifático se elige entre:

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

X.T designa un motivo obtenido a partir de la policondensación de una diamina en Cx y de ácido tereftálico, de manera que x representa el número de átomos de carbono de la diamina en Cx, x está comprendido entre 6 y 36, ventajosamente entre 9 y 18, especialmente una poliamida de fórmula A/6T, A/9T, A/10T o A/11T, siendo A tal como se define anteriormente, en particular una poliamida PA 6/6T, PA 66/6T, PA 6I/6T, PA MPMDT/6T, PA PA11/10T, PA 11/6T/10T, PA MXDT/10T, PA MPMDT/10T, PA BACT/10T, PA BACT/6T, PA BACT/10T/6T.

T corresponde a ácido tereftálico, MXD corresponde a m-xililendiamina, MPMD corresponde a metilpentametilendiamina y BAC corresponde a bis(aminometil)ciclohexano.

Material fibroso:

En lo relativo a las fibras de constitución de dicho material fibroso, son especialmente fibras de origen mineral, orgánico o vegetal. Entre las fibras de origen mineral, se puede 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 puede citar las fibras a base de polímero termoplástico o termoendurecible, tales como fibras de poliamidas semiaromáticas, fibras de aramida o fibras de poliolefinas, por ejemplo. Preferiblemente, están hechas 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 esta última es amorfa, o superior a la Tf del polímero o mezcla de polímero termoplástico de constitución de la matriz de preimpregnación cuando esta última es semicristalina. Ventajosamente, están hechas 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 esta última es amorfa, o superior a la Tf del polímero o mezcla de polímero termoplástico de constitución de la matriz de preimpregnación cuando esta última es semicristalina. 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 puede citar las fibras naturales a base de lino, cáñamo, lignina, bambú, seda especialmente de araña, sisal, y otras fibras celulósicas, en particular viscosa. Estas fibras de origen vegetal pueden usarse puras, tratadas o recubiertas de una capa de revestimiento, con vistas a facilitar

la adherencia y la impregnación de la matriz de polímero termoplástico.

El material fibroso puede asimismo ser un tejido, trenzado o tejido con fibras.

Asimismo, puede corresponder a fibras con hilos de mantenimiento.

5 Estas fibras de constitución pueden usarse solas o en mezcla. Así, las fibras orgánicas pueden mezclarse con fibras minerales para ser preimpregnadas con polímero termoplástico y formar el material fibroso preimpregnado.

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

Preferiblemente el material fibroso está constituido por fibras continuas de carbono, vidrio o carburo de silicio o mezclas de los mismos, en particular fibras de carbono. Se usa en forma de una mecha o de varias mechas.

15 En los materiales impregnados también denominados «listos para usar», el polímero o mezcla de polímeros termoplásticos de impregnación está distribuido uniformemente y de manera homogénea alrededor de las fibras. En este tipo de material, el polímero termoplástico de impregnación debe distribuirse de la manera más homogénea posible en las fibras con el fin de obtener un mínimo de porosidades, es decir, un mínimo de vacíos entre las fibras. De hecho, la presencia de porosidades en este tipo de materiales puede actuar como puntos de concentraciones de restricciones, durante una puesta bajo restricción mecánica de tracción, por ejemplo, y que forman entonces puntos de inicio de ruptura del material fibroso impregnado y lo debilitan mecánicamente. Una distribución homogénea del polímero o mezcla de polímeros mejora así la resistencia mecánica y la homogeneidad del material compuesto formado a partir de estos materiales fibrosos impregnados.

20 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, preferiblemente entre el 50 y el 60% en volumen, especialmente entre el 54 y el 60% en volumen.

25 La medida de la tasa de impregnación puede realizarse por análisis de imagen (uso de microscopio o de aparato fotográfico o de cámara digital, especialmente), 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). Para obtener una imagen de buena calidad es preferible recubrir la cinta cortada en su sentido transversal en una resina de pulido estándar y pulir con un protocolo estándar que permite la observación de la muestra al microscopio con un aumento de 6 veces como mínimo.

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

35 Debe observarse que una tasa de porosidad nula es difícilmente accesible y que, en consecuencia, ventajosamente la tasa de porosidad es superior al 0% pero inferior a las tasas citadas anteriormente.

La tasa de porosidad corresponde a la tasa de porosidad cerrada y puede determinarse por microscopía electrónica o como la desviación 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.

#### Etapas de preimpregnación:

40 La etapa de preimpregnación tal como se indica anteriormente puede efectuarse según las técnicas bien conocidas para el experto en la materia y se elige especialmente entre las descritas anteriormente.

45 En una realización ventajosa, la etapa de preimpregnación se efectúa con un sistema elegido entre lecho fluidizado, pulverización por pistola y vía fundida, especialmente a gran velocidad, en particular la impregnación se efectúa en lecho fluidizado. Ventajosamente, la preimpregnación se efectúa con un sistema elegido entre lecho fluidizado, pulverización por pistola y vía fundida, especialmente a gran velocidad, en particular la impregnación se efectúa en lecho fluidizado y están presentes una o varias piezas de embarrado (E'') corriente arriba de dicho sistema.

Debe observarse que las piezas de embarrado (E) y (E'') pueden ser idénticas o diferentes según el nivel del material o la forma y sus características (diámetro, longitud, anchura, altura... en función de la forma).

#### Vía fundida:

50 Ventajosamente la etapa de preimpregnación se efectúa por vía fundida, especialmente por pultrusión.

Las técnicas de preimpregnación por vía fundida son bien conocidas para el experto en la materia y se describen en

las referencias anteriores.

5 La etapa de preimpregnación se efectúa especialmente por extrusión en cabeza de escuadra de la matriz polimérica y paso de dicha o dichas mechas por esta cabeza de escuadra y después paso por una hilera calentada, estando en su caso la cabeza de escuadra provista de embarrados fijos o rotatorios en los cuales se desliza la mecha provocando así un despliegue de dicha mecha que permite una preimpregnación de dicha mecha.

La preimpregnación puede efectuarse especialmente tal como se describe en el documento US 2014/0005331A1 con la diferencia de que la alimentación con resina se efectúa a los dos lados de dicha mecha y de que no existe superficie de contacto que elimine una parte de la resina en una de las dos superficies.

10 Ventajosamente, la etapa de preimpregnación se efectúa por vía fundida a gran velocidad, es decir, con una velocidad de deslizamiento de dicha o dichas mechas superior o igual a 5 m/min, en particular superior a 9 m/min.

15 Una de las otras ventajas de la invención de combinar una etapa de preimpregnación y una etapa de calentamiento en el marco de una preimpregnación por vía fundida es que la tasa de fibras impregnadas después de la etapa de calentamiento está comprendida entre el 45% y el 64% en volumen, preferiblemente entre el 50 y el 60% en volumen, en particular entre el 54 y el 60% en volumen, de manera que dicha tasa de fibras no puede alcanzarse mediante las técnicas clásicas de vía fundida. Esto permite, además, trabajar con grandes velocidades de deslizamiento y reducir así los costes de producción.

Lecho fluidizado:

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

20 Se describe un ejemplo de unidad de implementación de un procedimiento de fabricación sin la etapa de calentamiento por medio de al menos una pieza de embarrado en la solicitud internacional WO 2015/121583.

Este sistema describe el uso de una cuba que comprende un lecho fluidizado para efectuar la etapa de preimpregnación y puede usarse en el marco de la invención.

Ventajosamente, la cuba que comprende el lecho fluidizado está provista de al menos una pieza de embarrado (E') (figura 2) que puede ser un rodillo de compresión (figura 3)).

25 Debe observarse que las piezas de embarrado (E) y (E') pueden ser idénticas o diferentes ya se trate del nivel del material o de la forma y sus características (diámetro, longitud, anchura, altura... en función de la forma).

Sin embargo, la pieza de embarrado (E') no es calefactora ni está calentada.

30 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 una cuba (10) provista de al menos una pieza de embarrado (E') y que comprende un lecho fluidizado (12) de polvo de dicha matriz polimérica.

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

35 La cuba puede tener cualquier forma, especialmente cilíndrica o paralelepípedica, en particular un paralelepípedo rectángulo o un cubo, ventajosamente un paralelepípedo rectángulo.

La cuba (10) puede ser una cuba abierta o cerrada. Ventajosamente, es abierta. En el caso en que la cuba sea cerrada, está equipada entonces con un sistema de estanqueidad para que el polvo de dicha matriz polimérica no pueda salir de dicha cuba.

40 Por tanto, esta etapa de preimpregnación se efectúa por vía seca, es decir, la matriz de polímero termoplástico está en forma de polvo, especialmente en suspensión en un gas, en particular aire, pero no puede estar en dispersión en un disolvente o en agua. Cada mecha para preimpregnación es desenrollada desde un dispositivo de devanadoras bajo la tracción generada por cilindros (no representados). Preferiblemente, el dispositivo de devanadoras comprende una pluralidad de devanadoras, de manera que cada devanadora permite desenrollar una mecha para preimpregnación. Así, es posible preimpregnar varias mechas de fibras simultáneamente. Cada devanadora está provista de un freno (no representado) de manera que aplica una tensión en cada mecha de fibras. En este caso, un módulo de alineación permite disponer las mechas de fibras en paralelo unas con respecto a las otras. De esta manera las mechas de fibras no pueden estar en contacto unas contra otras, lo que permite evitar una degradación mecánica de las fibras por rozamiento entre ellas.

50 La mecha o mechas de fibras paralelas pasan entonces a una cuba (10), que comprende en particular un lecho fluidizado (12), provista de una pieza de embarrado (E') que es un rodillo de compresión (24) en el caso de la figura 3. La mecha o mechas de fibras paralelas salen a continuación de la cuba después de preimpregnación tras el control en su caso del tiempo de permanencia en el polvo.

La expresión «tiempo de permanencia 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 así un primer despliegue durante la etapa de preimpregnación.

5 El uso de al menos un embarrado (E') en la etapa de preimpregnación permite así una preimpregnación mejorada con respecto a los procedimientos de la técnica anterior.

Por pieza de embarrado (E') debe entenderse cualquier sistema en el que la mecha tiene la posibilidad de deslizarse en la cuba. La pieza de embarrado (E') puede tener cualquier forma a partir del momento en que la mecha puede deslizarse sobre ella.

En la figura 2 se detalla un ejemplo de pieza de embarrado (E'), sin limitar la invención a la misma.

10 Esta preimpregnación se realiza con el fin de permitir que el polvo de dicha matriz polimérica penetre en la mecha de fibra y se adhiera a las fibras suficientemente para soportar el transporte de la mecha en polvo fuera de la cuba.

15 Si el material fibroso, tal como las mechas de fibras de vidrio o de carbono, presenta un ensimado, puede efectuarse una etapa opcional de desensimado antes del paso del material fibroso a la cuba. El término «ensimado» designa los tratamientos de superficie aplicados a las fibras de refuerzo en salida de la hilera (ensimado textil) y en los tejidos (ensimado plástico).

El ensimado "textil" aplicado en las fibras, en salida de la hilera consiste en depositar un agente de unión que asegura la cohesión de las fibras entre sí, disminuyendo la abrasión y facilitando las manipulaciones ulteriores (tejido, tapizado, tricotado) y evitando la formación de cargas electrostáticas.

20 El ensimado "plástico" o "finish" aplicado en los tejidos consiste en depositar un agente de formación de puente cuyas funciones son asegurar una unión fisicoquímica entre las fibras y la resina y proteger la fibra de su entorno.

Ventajosamente, la etapa de preimpregnación se efectúa en lecho fluidizado con control de que el tiempo de permanencia en el polvo esté comprendido entre 0,01 s y 10 s, preferiblemente entre 0,1 s y 5 s, y en particular entre 0,1 s y 3 s.

25 El tiempo de permanencia 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.

30 Por encima de 10 s, la tasa de matriz polimérica que preimpregna el material fibroso es demasiado alta y las propiedades mecánicas del material fibroso preimpregnado serán deficientes. Ventajosamente, la cuba usada en el procedimiento de la invención comprende un lecho fluidizado y dicha etapa de preimpregnación se efectúa con un despliegue simultáneo de dicha o dichas mechas entre la entrada y la salida de la cuba que comprende dicho lecho fluidizado. La expresión «entrada de la cuba» corresponde a la tangente vertical del borde de la cuba que comprende el lecho fluidizado.

La expresión «salida de la cuba» corresponde a la tangente vertical del otro borde de la cuba que comprende el lecho fluidizado.

35 En función de la geometría de la cuba, la distancia entre la entrada y la salida de la misma corresponde así al diámetro en el caso de una cuba cilíndrica, al lado en el caso de una cuba cúbica o a la anchura o la longitud en el caso de una cuba paralelepípedica rectangular. El despliegue consiste en singularizar al máximo cada fibra que constituye dicha mecha de las otras fibras que la rodean en su espacio más próximo. Corresponde al escalonamiento transversal de la mecha.

40 En otros términos, el escalonamiento transversal o la anchura de la mecha aumenta entre la entrada del lecho fluidizado (o de la cuba que comprende el lecho fluidizado) y la salida del lecho fluidizado (o de la cuba 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.

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

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

50 La mecha (21a) corresponde a la mecha antes de preimpregnación que está en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado (E') y se desliza así parcial o totalmente en la superficie de la pieza de embarrado (E') (22), estando dicho sistema (22) sumergido en el lecho fluidizado en el que se efectúa

la preimpregnación. Dicha mecha sale a continuación de la cuba (21b) después de controlar el tiempo de permanencia en el polvo.

Dicha mecha (21a) puede estar en contacto o no con el borde de la cuba (23a) que puede ser un rodillo rotatorio o fijo o un borde paralelepípedo.

5 Ventajosamente, dicha mecha (21a) está en contacto o no con el borde de entrada de la cuba (23a).

Ventajosamente, el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio.

10 Dicha mecha (21b) puede estar en contacto o no con el borde de salida de la cuba (23b) que puede ser un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio o fijo, o un borde paralelepípedo. Ventajosamente, dicha mecha (21b) está en contacto con el borde de salida de la cuba (23b). Ventajosamente, el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio.

Ventajosamente, dicha mecha (21a) está en contacto con el borde de entrada de la cuba (23a) y el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio y dicha mecha (21b) está en contacto con el borde de salida de la cuba (23b), y el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio.

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

15 Dicha pieza de embarrado (E') puede ser fija o en rotación.

Ventajosamente, dicho despliegue de dicha o dichas mechas se efectúa al menos en el nivel de dicha al menos una pieza de embarrado (E').

El despliegue de la mecha se efectúa así principalmente en el nivel de la pieza de embarrado (E') pero puede efectuarse asimismo en el nivel del o de los bordes de la cuba si hay contacto entre la mecha y dicho borde.

20 En otra realización, dicha al menos una pieza de embarrado (E') es un rodillo de compresión de forma convexa, cóncava o cilíndrica, preferiblemente cilíndrica.

La forma convexa es favorable para el despliegue mientras que la forma cóncava es desfavorable para el despliegue, pese a lo cual se efectúa.

25 La expresión «rodillo de compresión» significa que la mecha que se desliza se apoya parcial o totalmente en la superficie de dicho rodillo de compresión, lo que induce el despliegue de dicha mecha.

Ventajosamente, dicho al menos un rodillo de compresión tiene forma cilíndrica y el porcentaje de despliegue de dicha o dichas mechas entre la entrada y la salida de la cuba de dicho lecho fluidizado está comprendido entre el 1% y el 1.000%, preferiblemente entre el 100% y el 800% preferiblemente entre el 200% y el 800%, preferiblemente entre el 400% y el 800%.

30 El porcentaje de despliegue es igual a la relación entre la anchura final de la mecha y la anchura inicial de la mecha multiplicada por 100.

El despliegue depende del material fibroso usado. Por ejemplo, el despliegue de un material de fibra de carbono es mucho más importante que el de una fibra de lino. El despliegue depende también del número de fibras en la mecha, de su diámetro medio y de su cohesión por el ensimado.

35 El diámetro de dicho al menos un rodillo de compresión está comprendido entre 3 mm y 500 mm, preferiblemente 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 alta.

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

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

45 El ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o 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 se concentrará el polvo conduciendo así a un «efecto de esquina» que con el despliegue simultáneo de la mecha por dicho rodillo de compresión permite una preimpregnación en una anchura más importante de mecha y por tanto una preimpregnación mejorada comparada con las técnicas de la técnica anterior mejorada.

En toda la descripción, todos los valores de ángulo dados se expresan en valor absoluto.

- Ventajosamente, el ángulo  $\alpha_1$  está comprendido entre 0 y 89°, preferiblemente entre 5° y 85°, preferiblemente entre 5° y 45°, preferiblemente entre 5° y 30°. No obstante, un ángulo  $\alpha_1$  comprendido entre 0 y 5° puede generar riesgos de esfuerzo mecánico, lo que conducirá a la rotura de las fibras y un ángulo  $\alpha_1$  comprendido entre 85° y 89° no crea un esfuerzo mecánico suficiente para crear el «efecto de esquina». Un valor del ángulo  $\alpha_1$  igual a 0° corresponde así a una fibra vertical. Es muy evidente que la altura del rodillo de compresión cilíndrico es regulable lo que permite poder colocar la fibra verticalmente. No se abandonaría el marco de la invención si la pared de la cuba estuviera taladrada de manera que pueda permitir la salida de la mecha. Ventajosamente, el borde de entrada de la cuba (23a) está equipado con un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio en el que se desliza dicha o dichas mechas que conducen así a un despliegue previo a la preimpregnación.
- 5
- En una realización, el despliegue se inicia en el nivel del borde de entrada de la cuba (23a) y continúa en el nivel de dicho o dichos embarrados (E') definidos anteriormente. En otra realización, están presentes uno o varios embarrados (E'') corriente arriba de la cuba que comprende el lecho fluidizado en el nivel del cual o de los cuales se inicia el despliegue.
- 10
- Los embarrados (E'') son tal como se define para (E) en lo que se refiere al material, la forma y sus características (diámetro, longitud, anchura, altura... en función de la forma).
- 15
- Ventajosamente, los embarrados (E'') son rodillos cilíndricos y no acanalados y en particular son metálicos.
- Ventajosamente, el diámetro de dicho al menos un rodillo de compresión está comprendido entre 3 mm y 500 mm, preferiblemente 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 alta.
- 20
- Ventajosamente, dicha al menos una pieza de embarrado (E'') está constituida por de 1 a 15 rodillos de compresión (R'''<sub>1</sub> a R'''<sub>15</sub>) de forma cilíndrica, preferiblemente de 3 a 15 rodillos de compresión (R'''<sub>3</sub> a R'''<sub>15</sub>), especialmente de 3 a 6 rodillos de compresión (R'''<sub>3</sub> a R'''<sub>6</sub>).
- Ventajosamente, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'''_1$  de 0,1 a 89°, en particular de 5 a 75°, especialmente 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>, de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho rodillo de compresión R'''<sub>1</sub>.
- 25
- No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'''<sub>1</sub> comprendido además entre 89° y 360° (modulo 360°). Si la mecha forma un ángulo de al menos 360° con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'''<sub>1</sub>, significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.
- 30
- Según una segunda variante, dicha al menos una pieza de embarrado (E) está constituida por dos rodillos de compresión, en particular de forma cilíndrica.
- Ventajosamente, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'''_1$  de 0 a 180°, en particular de 5 a 75°, especialmente 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>, de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho rodillo de compresión R'''<sub>1</sub>.
- 35
- No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'''<sub>1</sub> comprendido además entre 180° y 360° (modulo 360°). Si la mecha forma un ángulo de al menos 360° con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'''<sub>1</sub>, significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.
- 40
- Ventajosamente, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'''_2$  de 0 a 180°, en particular de 5 a 75°, especialmente de 10 a 45° con el segundo rodillo de compresión R'<sub>2</sub> y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>2</sub>, de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho segundo rodillo de compresión.
- No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>2</sub> comprendido además entre 180° y 360° (modulo 360°).
- 45
- Si la mecha forma un ángulo de al menos 360° con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'''<sub>2</sub>, significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.
- De manera general, el ángulo o los ángulos  $\alpha'''_{3-i}$  (siendo i de 3 a 15) formados por dicha o dichas mechas con los rodillos R'''<sub>3-i</sub> están comprendidos entre 0 y 180°, en particular entre 5 y 75°, especialmente entre 10 y 45°.
- No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'''<sub>3-i</sub> comprendido además entre 180° y 360° (modulo 360°).
- 50
- Si la mecha forma un ángulo de al menos 360° con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>3-i</sub>, significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

## ES 2 808 106 T3

De manera general, la diferencia de altura entre cada rodillo  $R''_i$  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  $R''_i$  está comprendida entre 1 y 20 cm, preferiblemente entre 2 y 15 cm.

- 5 De manera general, la distancia entre cada uno de los rodillos  $R'_i$  es superior a 0, y en particular está comprendida entre 1 y 50 cm, preferiblemente entre 2 y 30 cm, en particular entre 3 y 20 cm.

Ventajosamente, el despliegue se inicia en el nivel de dicho o dichos embarrados ( $E''$ ) definidos anteriormente y continúa en su caso en el nivel del borde de entrada de la cuba y después en el nivel de dicho o dichos embarrados ( $E'$ ) definidos anteriormente.

- 10 El despliegue es entonces máximo después del paso en el nivel del o los rodillos de compresión ( $E'$ ).

Ventajosamente, el porcentaje de despliegue de dicha o dichas mechas entre la entrada de los embarrados ( $E''$ ) y la salida de la cuba de dicho lecho fluidizado está comprendido entre el 1% y el 1.000%, preferiblemente entre el 100% y el 800% preferiblemente entre el 200% y el 800%, preferiblemente entre el 400% y el 800%.

- 15 La figura 3 describe una realización, sin estar limitado a ella, de un solo rodillo de compresión (24) o ( $R_1$ ), con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que existe un solo rodillo de compresión cilíndrico y muestra el ángulo  $\alpha_1$ .

Las flechas en el nivel de la fibra indican el sentido de deslizamiento de la fibra.

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

- 20 Es muy evidente que el «efecto de esquina» provocado por el ángulo  $\alpha_1$  favorece la impregnación en una cara, pero el despliegue de dicha mecha obtenido gracias al rodillo de compresión permite también tener una preimpregnación en la otra cara de dicha mecha. Dicho de otro modo,

- 25 dicha preimpregnación se ve favorecida en una cara de dicha o dichas mechas en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho al menos un rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R_1$ , pero el despliegue permite también impregnar la otra cara.

El ángulo  $\alpha_1$  es tal como se define anteriormente.

- 30 Según una segunda variante, cuando la pieza de embarrado ( $E'$ ) 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 en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_1$  y/o en el nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$ , de manera que dicho rodillo de compresión  $R_1$  precede a dicho rodillo de compresión  $R_2$  y dicha mecha o mechas pueden pasar por encima (figura 4 y 5) o por debajo (figura 6 y 7) del rodillo de compresión  $R_2$ .

- 35 Ventajosamente, los dos rodillos de compresión tienen una forma idéntica o diferente y elegida entre una forma convexa, cóncava o cilíndrica.

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 define anteriormente.

Ventajosamente, el diámetro de los dos rodillos de compresión es idéntico.

- 40 Los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  pueden estar al mismo nivel uno con respecto al otro y con respecto al fondo de la cuba (figuras 5 y 6) o estar desfasados uno con respecto al otro y con respecto al fondo de la cuba, siendo la altura del rodillo de compresión  $R_1$  superior o inferior a la del rodillo de compresión  $R_2$  con respecto al fondo de la cuba (figuras 4 y 7).

- 45 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°.

- 50 Ventajosamente, dicha preimpregnación se efectúa así en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión en una cara de dicha mecha y en el nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$  en la cara opuesta de dicha mecha lo que se obtiene pasando por encima del rodillo  $R_2$ .

Ventajosamente, dicha mecha en esta realización está sujeta a un despliegue en el nivel de cada ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .

La figura 5 describe una realización, sin estar limitado a ella, de dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , de manera que  $R_1$  precede a  $R_2$ , con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que los dos rodillos de compresión cilíndricos, al mismo nivel y colindantes, están presentes y muestra el caso en que dicha o dichas mechas salen entre dichos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ .

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 en el nivel de la fibra indican el sentido de deslizamiento de la fibra.

De manera alternativa, dicha mecha o mechas se deslizan en la entrada entre dichos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  y salen después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$ .

Ventajosamente, dicha mecha o mechas están en contacto en entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y salen 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  $R_2$ , estando el ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o 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  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

Dicha preimpregnación se efectúa así en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión en una cara de dicha mecha y en el nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R_2$  en la misma cara de dicha mecha, pero el despliegue permite también impregnar la otra cara.

Ventajosamente, dicha mecha en esta realización está sujeta a un despliegue en el nivel de cada ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .

La figura 6 presenta un ejemplo de realización con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  al mismo nivel uno con respecto al otro.

Según otra 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 de la cuba, preferiblemente 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 que corresponde a la altura máxima de la cuba menos los diámetros de los dos rodillos de compresión, preferiblemente comprendida entre 0,15 mm y la altura correspondiente a la altura máxima de la cuba menos los diámetros de los dos rodillos de compresión, más preferiblemente a una diferencia de altura comprendida entre 10 mm y 300 mm, siendo  $R_2$  el rodillo de compresión superior.

En toda la descripción, la diferencia de altura entre dos rodillos y la distancia entre dos rodillos (ya estén situados corriente arriba de la cuba, en la cuba o en el nivel del sistema de calentamiento) se determina con respecto al centro de cada rodillo. Ventajosamente, cuando dos rodillos de compresión están presentes y al mismo nivel uno con respecto al otro, el nivel de dicho polvo en dicho lecho fluidizado está situado al menos a media altura de dichos dos rodillos de compresión.

La figura 7 describe una realización, sin estar limitado a ella, de dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , de manera que  $R_1$  precede a  $R_2$ , con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que están presentes dos rodillos de compresión cilíndricos en niveles diferentes y muestra el ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .

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 el diámetro del rodillo de compresión  $R_1$  ser superior o inferior al del rodillo de compresión  $R_2$  en la gama tal como se define anteriormente. Ventajosamente, el diámetro de los dos rodillos de compresión es idéntico.

Se estará dentro del marco de la invención si el rodillo de compresión  $R_1$  era superior al rodillo de compresión  $R_2$ .

Según una tercera variante, cuando están presentes dos rodillos de compresión y en niveles diferentes, entonces existe además al menos un tercer rodillo de compresión  $R_3$  y situado entre los rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  en el sentido de la altura (figura 8).

Ventajosamente dicha mecha o mechas están en contacto en entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y después con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_3$  y salen después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$ . Ventajosamente, dicha preimpregnación se efectúa en una cara de dicha o dichas mechas en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o 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 en el nivel del ángulo  $\alpha_3$  formado por dicha mecha o mechas y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R_3$  y en la otra cara que en el nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha

o mechas y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R_2$ .

5 Ventajosamente, cuando dos rodillos de compresión están presentes en niveles diferentes y además existe al menos un tercer rodillo de compresión  $R_3$ , entonces el ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o 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  $135^\circ$ .

La figura 8 describe una realización, sin estar limitado a ella, con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) con dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , de manera que  $R_1$  precede a  $R_2$ , y un tercer rodillo de compresión  $R_3$  y que muestra los ángulos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$ .

10 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 define anteriormente. Ventajosamente, el diámetro de los tres rodillos de compresión es idéntico. Ventajosamente, en esta tercera variante, se efectúa un segundo control del despliegue de dicha o dichas mechas en el nivel del rodillo de compresión  $R_3$  y se efectúa un tercer control del despliegue en el nivel del rodillo de compresión  $R_3$ .

El tiempo de permanencia en esta tercera variante es tal como se define anteriormente.

Ventajosamente, en esta tercera variante, el nivel de dicho polvo en dicho lecho fluidizado está situado al menos a media altura de dicho rodillo de compresión  $R_2$ .

20 Se estará dentro del marco de la invención si en esta tercera variante, dicha mecha o mechas están en contacto en entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_1$  y después con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_2$  y salen después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R_3$ .

25 Según una realización ventajosa, la presente invención se refiere a un procedimiento tal como se define anteriormente caracterizado por que se usa una sola matriz de polímero termoplástico y el polvo de polímero termoplástico es fluidizable.

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

Por debajo del caudal mínimo de fluidización, no existe fluidización, las partículas de polvo de polímero caen en el lecho y dejan de estar en suspensión y el procedimiento según la invención no puede funcionar.

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

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  $100 \mu\text{m}$ .

35 Ventajosamente, el diámetro en volumen de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido en la relación  $D_{90}/D_{10}$ , por ejemplo, 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  $300 \mu\text{m}$ , especialmente entre  $30$  y  $200 \mu\text{m}$ , más en particular entre  $45$  y  $200 \mu\text{m}$ .

40 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.

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.

45 Según otra realización del procedimiento según la invención, existe un margen antes de la cuba que comprende un lecho fluidizado para el control de la tensión de dicha o dichas mechas a la entrada de la cuba que comprende un lecho fluidizado.

Opcionalmente, en el procedimiento según la invención, están presentes uno o varios embarrados después de la cuba que comprende el lecho fluidizado.

Opcionalmente, se aplica una tensión diferencial entre la entrada y la salida de la cuba usada para la etapa de preimpregnación por medio de un freno en salida de dicha cuba.

Etapa de pulverización por pistola:

5 La etapa de preimpregnación del material fibroso se realiza por paso de una o varias mechas en un dispositivo de preimpregnación en continuo mediante proyección, que comprende una cuba (30), que comprende una o varias boquillas o una o varias pistolas que proyectan el polvo de polímero en el material fibroso en entrada del rodillo.

El polvo de polímero o el polímero es proyectado en la cuba por medio de boquilla o de pistola en el nivel de la pieza de embarrado (E') especialmente del rodillo de compresión (en entrada) en dicho material fibroso. La o las mechas se ponen en circulación en esta cuba.

10 (E') o el rodillo de compresión son tal como se define para el lecho fluidizado.

La cuba puede tener cualquier forma, especialmente cilíndrica o paralelepípedica, en particular un paralelepípedo rectángulo o un cubo, ventajosamente un paralelepípedo rectángulo.

La cuba puede ser una cuba abierta o cerrada. Ventajosamente, es abierta.

15 En el caso en que la cuba sea cerrada, está equipada entonces con un sistema de estanqueidad tal que el polvo de polímero no pueda salir de dicha cuba.

Por tanto, esta etapa de preimpregnación se efectúa por vía seca, es decir, la matriz de polímero termoplástico está en forma de polvo, y proyectada en el aire, aunque no puede estar en dispersión en un disolvente o en agua.

20 Cada mecha para preimpregnación es desenrollada desde un dispositivo de devanadoras bajo la tracción generada por cilindros (no representados). Preferiblemente, el dispositivo comprende una pluralidad de devanadoras, permitiendo cada devanadora desenrollar una mecha para preimpregnación. Así, es posible preimpregnar varias mechas de fibras simultáneamente. Cada devanadora está provista de un freno (no representado) de manera que aplica una tensión en cada mecha de fibras. En este caso, un módulo de alineación permite disponer las mechas de fibras en paralelo unas con respecto a las otras. De esta manera las mechas de fibras no pueden estar en contacto unas contra otras, lo que permite evitar una degradación mecánica de las fibras por rozamiento entre ellas.

25 La mecha o mechas de fibras paralelas pasan entonces a una cuba (30), provista de una pieza de embarrado que en el caso de la figura 12 es un rodillo de compresión (33). La mecha o mechas de fibras paralelas salen a continuación de la cuba tras la preimpregnación después de control del caudal de proyección de dicho polvo por dicha o dichas boquillas o dicha o dichas pistolas en dicho material fibroso.

30 Por pieza de embarrado debe entenderse cualquier sistema en el que la mecha tenga la posibilidad de deslizarse en la cuba. La pieza de embarrado puede tener cualquier forma siempre que la mecha pueda deslizarse sobre ella.

En la figura 11 se detalla un ejemplo de pieza de embarrado, sin restringir la invención al mismo.

Esta preimpregnación se realiza con el fin de permitir que el polvo de polímero penetre en la mecha de fibra y se adhiera a las fibras suficientemente para soportar el transporte de la mecha en polvo fuera de la cuba.

35 El baño está provisto de embarrados fijos o rotatorios en los que se desliza la mecha provocando así un despliegue de dicha mecha que permite una preimpregnación de dicha mecha.

El procedimiento de la invención tal como se indica anteriormente se efectúa por vía seca.

40 El procedimiento de la invención no excluye la presencia de cargas electrostáticas que podrían aparecer por rozamiento del material fibroso en los elementos de la unidad de implementación antes o al nivel de la cuba pero que están en cualquier estado de cargas involuntarias. Ventajosamente, la cuba comprende al menos una pieza de embarrado, estando dicha mecha o mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado.

Si el material fibroso, tal como la fibra de vidrio, presenta un ensimado, puede efectuarse una etapa opcional de desensimado antes del paso del material fibroso en la cuba. El término «ensimado» designa los tratamientos de superficie aplicados a las fibras de refuerzo en salida de la hilera (ensimado textil) y en los tejidos (ensimado plástico).

45 El ensimado "textil" aplicado en las fibras, en salida de la hilera consiste en depositar un agente de unión que asegura la cohesión de las fibras entre sí, disminuyendo la abrasión y facilitando las manipulaciones ulteriores (tejido, tapizado, tricotado) y evitando la formación de cargas electrostáticas.

El ensimado "plástico" o "finish" aplicado en los tejidos consiste en depositar un agente de formación de puente cuyas funciones son asegurar una unión fisicoquímica entre las fibras y la resina y proteger la fibra de su entorno.

50

Ventajosamente, el caudal de proyección del polvo por la o las boquillas o la o las pistolas está comprendido entre 10 g/min y 400 g/min, en particular entre 20 y 150 g/min.

Este caudal se entiende para cada pistola o boquilla y puede ser idéntico o diferente para cada pistola o boquilla.

El caudal de proyección del polvo de material fibroso es esencial para la preimpregnación de dicho material fibroso.

5 Por debajo de 10 g/min, el flujo de aire no es suficiente para vehicular el polvo.

Por encima de 400 g/min, el régimen es turbulento.

Ventajosamente, dicha etapa de preimpregnación se efectúa con despliegue simultáneo de dicha o dichas mechas entre la entrada y la salida de dicha cuba. La expresión «entrada de dicha cuba» corresponde a la tangente vertical del borde de la cuba que comprende el o los rodillos con boquilla o boquillas o pistola o pistolas.

10 La expresión «salida de dicha cuba» corresponde a la tangente vertical del otro borde de la cuba que comprende el o los rodillos con boquilla o boquillas o pistola o pistolas.

En función de la geometría de la cuba, la distancia entre la entrada y la salida de la misma corresponde así al diámetro en el caso del cilindro, al lado en el caso de un cubo o a la anchura o la longitud en el caso de un paralelepípedo rectángulo. El despliegue consiste en singularizar al máximo cada fibra que constituye dicha mecha de las otras fibras que la rodean en su espacio más próximo. Corresponde al escalonamiento transversal de la mecha. En otros términos, el escalonamiento transversal o la anchura de la mecha aumentan entre la entrada de la cuba y la salida de la cuba y permiten así una preimpregnación mejorada del material fibroso.

15

La cuba puede ser abierta o cerrada, en particular es abierta.

20 Ventajosamente, la cuba comprende al menos una pieza de embarrado, estando dicha mecha o mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado.

La figura 11 detalla una cuba (20) que comprende una pieza de embarrado, regulable en altura (22).

La mecha (21a) corresponde a la mecha antes de preimpregnación que está en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado y se desliza así parcial o totalmente en la superficie de la pieza de embarrado (22), estando dicho sistema (22) sumergido en la cuba en la que se efectúa la preimpregnación. Dicha mecha sale a continuación de la cuba (21b) después del control del caudal de proyección del polvo en la entrada de rodillo.

25

Dicha mecha (21a) puede estar en contacto o no con el borde de la cuba (23a) que puede ser un rodillo rotatorio o fijo o un borde paralelepípedo.

30 Ventajosamente, dicha mecha (21a) está en contacto con el borde de entrada de la cuba (23a). Ventajosamente, el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio.

Dicha mecha (21b) puede estar en contacto o no con el borde de salida de la cuba (23b) que puede ser un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio o fijo, o un borde paralelepípedo. Ventajosamente, dicha mecha (21b) está en contacto con el borde de salida de la cuba (23b). Ventajosamente, el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio.

35 Ventajosamente, dicha mecha (21a) está en contacto con el borde de entrada de la cuba (23a) y el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio y dicha mecha (21b) está en contacto con el borde de entrada de la cuba (23b), y el borde de salida de la cuba (23b) es un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio.

Ventajosamente, dicha mecha (21a) está en contacto con el borde de entrada de la cuba (23a) y un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio, y dicha mecha (21b) no toca el borde de salida de la cuba (23b).

40 Ventajosamente, dicha pieza de embarrado es perpendicular a la dirección de dicha o dichas mechas.

Ventajosamente, dicho despliegue de dicha o dichas mechas se efectúa al menos en el nivel de dicha al menos una pieza de embarrado.

El despliegue de la mecha se efectúa así principalmente en el nivel de la pieza de embarrado, pero puede asimismo efectuarse en el nivel del o los bordes de la cuba si hay contacto entre la mecha y dicho borde.

45 En otra realización, dicha al menos una pieza de embarrado es un rodillo de compresión de forma convexa, cóncava o cilíndrica.

La forma convexa es favorable para el despliegue mientras que la forma cóncava es desfavorable para el despliegue, pese a lo cual se efectúa.

La expresión «rodillo de compresión» significa que la mecha que se desliza se apoya parcial o totalmente en la superficie de dicho rodillo de compresión, lo que induce el despliegue de dicha mecha.

5 Ventajosamente, dicho al menos un rodillo de compresión tiene forma cilíndrica y el porcentaje de despliegue de dicha o dichas mechas entre la entrada y la salida de dicha cuba está comprendido entre el 1% y el 1.000%, preferiblemente entre el 100% y el 800% preferiblemente entre el 200% y el 800%, preferiblemente entre el 400% y el 800%.

El despliegue depende del material fibroso usado. Por ejemplo, el despliegue de un material de fibra de carbono es mucho más importante que el de una fibra de lino. El despliegue depende también del número de fibras en la mecha, de su diámetro medio y de su cohesión por el ensimado.

10 El diámetro de dicho al menos un rodillo de compresión está comprendido entre 3 mm y 500 mm, preferiblemente 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.

15 Cuando la pieza de embarrado es al menos un rodillo de compresión, según una primera variante, en la cuba existe un solo rodillo de compresión y dicha preimpregnación se efectúa en el nivel del ángulo  $\alpha''_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión. El ángulo  $\alpha''_1$  formado por dicha mecha o 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 se concentrará el polvo conduciendo así a un «efecto de esquina» que con el despliegue simultáneo de la mecha por dicho rodillo de compresión permite una preimpregnación en una anchura más importante de mecha y por tanto una preimpregnación mejorada comparada con las técnicas de la técnica anterior mejorada.

20 Ventajosamente, el ángulo  $\alpha''_1$  está comprendido entre 0 y 89°, preferiblemente entre 5° y 85°, preferiblemente entre 5° y 45°, preferiblemente entre 5° y 30°.

25 No obstante, un ángulo  $\alpha''_1$  comprendido entre 0 y 5° puede engendrar riesgos de esfuerzo mecánico, lo que conducirá a la rotura de las fibras y un ángulo  $\alpha''_1$  comprendido entre 85° y 89° no crea suficiente esfuerzo mecánico para crear el «efecto de esquina».

Un valor del ángulo  $\alpha''_1$  igual a 0° corresponde así a una fibra vertical. Es muy evidente que la altura del rodillo de compresión cilíndrico es regulable lo que permite poder colocar la fibra verticalmente.

No se abandonaría el marco de la invención si la pared de la cuba estuviera taladrada de manera que pueda permitir la salida de la mecha.

30 Ventajosamente, el borde de entrada de la cuba (23a) está equipado con un rodillo, especialmente cilíndrico y rotatorio en el que se desliza dicha o dichas mechas para conducir así a un despliegue previo a la preimpregnación.

En una realización, el despliegue se inicia en el nivel del borde de entrada de la cuba (23a) y continúa en el nivel de dicho o dichos embarrados (E') definidos anteriormente.

35 En otra realización, están presentes uno o varios embarrados (E'') corriente arriba de la cuba que comprende el lecho fluidizado en el nivel del cual o de los cuales se inicia el despliegue. Los embarrados (E'') son tal como se define para (E').

Ventajosamente, el despliegue se inicia en el nivel de dicho o dichos embarrados (E'') definidos anteriormente y continúa en su caso en el nivel del borde de entrada de la cuba y después en el nivel de dicho o dichos embarrados (E') definidos anteriormente.

40 El despliegue es entonces máximo después del paso en el nivel del o los rodillos de compresión (E').

Ventajosamente, el porcentaje de despliegue de dicha o dichas mechas entre la entrada de los embarrados (E'') y la salida de la cuba está comprendido entre el 1% y el 1.000%, preferiblemente entre el 100% y el 800% preferiblemente entre el 200% y el 800%, preferiblemente entre el 400% y el 800%.

45 La figura 12 describe una realización, sin estar limitado a ella, de un solo rodillo de compresión, con una cuba (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en la que existe un solo rodillo de compresión cilíndrico (33) y que muestra el ángulo  $\alpha''_1$ .

Las flechas en el nivel de la fibra indican el sentido de deslizamiento de la fibra.

Ventajosamente, el nivel de dicho polvo en dicha cuba está situado al menos a media altura de dicho rodillo de compresión.

50

Es muy evidente que el «efecto de esquina» provocado por el ángulo  $\alpha''_1$  favorece la preimpregnación en una cara, pero el despliegue de dicha mecha obtenido gracias al rodillo de compresión permite también tener una preimpregnación en la otra cara de dicha mecha. Dicho de otro modo, dicha preimpregnación se ve favorecida en una cara de dicha o dichas mechas en el nivel del ángulo  $\alpha''_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho al menos un rodillo de compresión  $R''_1$  (33) y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R''_1$  pero el despliegue permite también preimpregnar la otra cara.

El ángulo  $\alpha''_1$  es tal como se define anteriormente.

El despliegue de dicha mecha permite una preimpregnación de dicha mecha.

Según una segunda variante, cuando la pieza de embarrado es al menos un rodillo de compresión, entonces en dicha cuba están dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  y dicha preimpregnación se efectúa en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y/o en el nivel del ángulo  $\alpha''_2$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R''_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R''_2$ , de manera dicho rodillo de compresión  $R''_1$  precede a dicho rodillo de compresión

$R''_2$  y dicha o dichas mechas pueden pasar por encima (figura 13 y 14) o por debajo (figura 15 y 16) del rodillo  $R''_2$ .

Ventajosamente, los dos rodillos de compresión tienen una forma idéntica o diferente y elegida entre una forma convexa, cóncava o cilíndrica.

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 define anteriormente.

Ventajosamente, el diámetro de los dos rodillos de compresión es idéntico.

Los dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  pueden estar al mismo nivel uno con respecto al otro y con respecto al fondo de la cuba (figuras 14 y 15) o desfasados uno con respecto al otro y con respecto al fondo de la cuba, siendo la altura del rodillo de compresión  $R''_1$  superior o inferior a la del rodillo de compresión  $R''_2$  con respecto al fondo de la cuba (figuras 13 y 16).

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°.

Ventajosamente, dicha preimpregnación se efectúa así en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión en una cara de dicha mecha y en el nivel del ángulo  $\alpha''_2$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R''_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R''_2$  en la cara opuesta de dicha mecha lo que se obtiene pasando por encima del rodillo  $R''_2$ . Ventajosamente, dicha mecha en esta realización está sujeta a un despliegue en el nivel de cada ángulo  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$ .

La figura 14 describe una realización, sin estar limitado a ella, de dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ ,  $R''_1$  que preceden a  $R''_2$ , con una cuba (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) en la que los dos rodillos de compresión cilíndricos, al mismo nivel y colindantes, están presentes y muestra el caso en que dicha o dichas mechas salen entre dichos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ .

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 en el nivel de la fibra indican el sentido de deslizamiento de la fibra.

De manera alternativa, dicha mecha o mechas se deslizan en entrada entre dichos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  y salen después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_2$ .

Ventajosamente, dicha mecha o mechas están en contacto en entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y salen 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  $R''_2$ , estando el ángulo  $\alpha''_2$  formado por dicha mecha o 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  $\alpha''_2 = 90^\circ$ .

Dicha preimpregnación se efectúa así en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión en una cara de dicha mecha y en el nivel del ángulo  $\alpha''_2$  formado por dicha mecha o mechas entre la entrada de dicho rodillo de compresión  $R''_2$  y la tangente vertical a dicho rodillo de compresión  $R''_2$  en la misma cara de dicha mecha pero el despliegue permite también preimpregnar la otra cara.

Ventajosamente, dicha mecha en esta realización está sujeta a un despliegue en el nivel de cada ángulo  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$ .

La figura 15 presenta un ejemplo de realización con dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  al mismo nivel uno con respecto al otro.

5 Según otra realización de la segunda variante, cuando están presentes dos rodillos de compresión 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 de la cuba, comprendida preferiblemente 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 de la cuba menos los diámetros de los dos rodillos de compresión, comprendida preferiblemente entre 0,15 mm y la altura correspondiente a la altura máxima de la cuba menos los diámetros de los dos rodillos de compresión, más preferiblemente a una diferencia de altura comprendida entre 10 mm y 300 mm, siendo  $R''_2$  el rodillo de compresión superior.

La figura 16 describe una realización, sin estar limitado a ella, de dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ , de manera que  $R''_1$  precede a  $R''_2$ , con una cuba (30) que comprende, cada una, una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en la que están presentes dos rodillos de compresión cilíndricos en niveles diferentes y que muestran el ángulo  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$ .

15 El caudal de proyección de dicho polvo por cada pistola sobre dicho material fibroso es idéntico o diferente, en particular idéntico.

El diámetro de los rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  se presenta como idéntico en las figuras 13, 14, 15 y 16 pero el diámetro de cada rodillo de compresión cilíndrico puede ser diferente, pudiendo el diámetro del rodillo de compresión  $R''_1$  ser superior o inferior al del rodillo de compresión  $R''_2$  en la gama tal como se define anteriormente. Ventajosamente, el diámetro de los dos rodillos de compresión es idéntico.

Se estará dentro del marco de la invención si el rodillo de compresión  $R''_1$  fuera superior al rodillo de compresión  $R''_2$ .

25 Según una tercera variante, cuando dos rodillos de compresión están presentes y en niveles diferentes, entonces además existe al menos un tercer rodillo de compresión  $R''_3$  y situado entre los rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  en el sentido de la altura (figura 17). Cada rodillo de compresión comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) y el caudal de proyección de dicho polvo por cada pistola sobre dicho material fibroso en entrada de rodillo es idéntico o diferente, en particular idéntico. Ventajosamente dicha mecha o mechas están en contacto en entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y después con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_3$  y salen después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_2$ . Ventajosamente, dicha preimpregnación se efectúa en una cara de dicha o dichas mechas en el nivel del ángulo  $\alpha_1$  formado por dicha mecha o 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 en el nivel del ángulo  $\alpha''_3$  formado por dicha mecha o mechas y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R''_3$  y en la otra cara que en el nivel del ángulo  $\alpha_2$  formado por dicha mecha o mechas y la tangente vertical al rodillo de compresión  $R''_2$ .

35 Ventajosamente, cuando dos rodillos de compresión están presentes en niveles diferentes y además existe al menos un tercer rodillo de compresión  $R''_3$ , entonces el ángulo  $\alpha''_2$  formado por dicha mecha o 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  $135^\circ$ .

40 La figura 17 describe una realización, sin estar limitado a ella, con una cuba (30) que comprende dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ , de manera que  $R''_1$  precede a  $R''_2$ , y un tercer rodillo de compresión  $R''_3$  y que muestra los ángulos  $\alpha''_1$ ,  $\alpha''_2$  y  $\alpha''_3$ .

45 El diámetro de los rodillos de compresión  $R''_1$ ,  $R''_2$  y  $R''_3$  se presenta como idéntico en la figura 17 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 define anteriormente. Ventajosamente, el diámetro de los tres rodillos de compresión es idéntico. Ventajosamente, en esta tercera variante, un segundo control del despliegue de dicha o dichas mechas se efectúa en el nivel del rodillo de compresión  $R''_3$  y un tercer control del despliegue se efectúa en el nivel del rodillo de compresión  $R''_3$ .

El caudal de proyección en esta tercera variante es tal como se define anteriormente.

50 Se estará dentro del marco de la invención si en esta tercera variante, dicha mecha o mechas están en contacto en entrada con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_1$  y después con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_2$  y salen después de haber estado en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicho rodillo de compresión  $R''_3$ .

Ventajosamente, en otra variante, están presentes de seis a diez rodillos y al mismo nivel.

Ventajosamente, el caudal de proyección en la cuba está comprendido entre 10 g/min y 400 g/min, en particular entre 20 y 150 g/min.

5 Ventajosamente, el diámetro en volumen D90 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 D10 de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido entre 5 y 200  $\mu\text{m}$ , ventajosamente entre 15 y 100  $\mu\text{m}$ . Ventajosamente, el diámetro en volumen de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido en la relación D90/D10, por ejemplo comprendido entre 1,5 y 50, ventajosamente entre 2 y 10.

Ventajosamente, el diámetro medio D50 en volumen de las partículas de polvo de polímero termoplástico está comprendido entre 10 y 300  $\mu\text{m}$ , especialmente entre 30 y 200  $\mu\text{m}$ , más en particular entre 45 y 200  $\mu\text{m}$ .

10 Los diámetros en volumen de las partículas (D10, D50 y D90) se definen según la norma ISO 9276:2014.

El «D50» 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 «D90» corresponde al valor al 90% de la curva acumulada de la distribución granulométrica en volumen.

El «D10» corresponde al tamaño del 10% del volumen de las partículas.

15 Según otra realización del procedimiento según la invención, existe un margen antes de la cuba para el control de la tensión de dicha o dichas mechas a la entrada de la cuba.

Opcionalmente, en el procedimiento según la invención, están presentes uno o varios embarrados después de la cuba.

Opcionalmente, se aplica una tensión diferencial entre la entrada y la salida de la cuba usada para la etapa de preimpregnación por medio de un freno en salida de dicha cuba.

20 **Etapa de calentamiento:**

Una primera etapa de calentamiento puede ser inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación o entonces otras etapas pueden intervenir entre la etapa de preimpregnación

25 y la etapa de calentamiento y con independencia del sistema elegido para efectuar la etapa de preimpregnación, y especialmente con un sistema elegido entre lecho fluidizado, pulverización por pistola y vía fundida, especialmente a gran velocidad, en particular un lecho fluidizado. No obstante, la primera etapa de calentamiento implementada por un sistema de calentamiento provisto de al menos una pieza de embarrado (E) no corresponde a una calandra de calentamiento, y se efectúa siempre al menos un sistema de calentamiento antes de la etapa de calandrado que es necesaria para alisar y conformar la cinta.

30 Ventajosamente, dicha primera etapa de calentamiento es inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación. La expresión «inmediatamente consecutiva» significa que no hay 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.

Ventajosamente, dicho al menos un sistema de calentamiento se elige entre una lámpara de infrarrojo, una lámpara UV y un calentamiento por convección.

35 Al estar el material fibroso en contacto con el o los embarrados en el sistema de calentamiento, y al ser el embarrado conductor, el sistema de calentamiento se efectúa así también por conducción.

Ventajosamente, dicho al menos un sistema de calentamiento se elige entre una lámpara de infrarrojo.

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

40 Debe observarse que los rodillos de compresión que corresponden a las piezas de embarrado (E) y (E') pueden ser idénticos o diferentes con independencia del 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 despliegue mientras que la forma cóncava es desfavorable para el despliegue, pese a lo cual se efectúa.

45 La al menos una pieza de embarrado (E) puede asimismo ser una alternancia de forma convexa y cóncava. En su caso, el deslizamiento de la mecha en un rodillo de compresión de forma convexa provoca el despliegue de dicha mecha y después el deslizamiento de la mecha en un rodillo de compresión de forma cóncava provoca la retracción de la mecha y así se hace posible a continuación si fuera necesario mejorar la homogeneidad de la impregnación, especialmente en el núcleo.

La expresión «rodillo de compresión» significa que la mecha que se desliza se apoya parcial o totalmente en la superficie de dicho rodillo de compresión, lo que induce el despliegue de dicha mecha.

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

Pueden ser lisos, estriados o acanalados.

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

10 Con independencia del sistema usado para la etapa de preimpregnación, se produce un primer despliegue durante esta etapa, especialmente si la etapa de preimpregnación se efectúa con uso de piezas de embarrado (E'), tal como en un lecho fluidizado con al menos un embarrado como se describe anteriormente.

15 Se produce un primer despliegue de la mecha en el nivel de dichos rodillos de compresión que corresponden a las piezas de embarrado (E') con «efecto de esquina» debido al deslizamiento parcial o total de dicha mecha en dicha o dichas piezas de embarrado (E') y se produce un segundo despliegue durante la etapa de calentamiento, en el nivel de dichos rodillos de compresión que corresponden a las piezas de embarrado (E) debido al deslizamiento parcial o total de dicha mecha en dicha o dichas piezas de embarrado (E). Este segundo despliegue está precedido durante el paso de la mecha al sistema de calentamiento antes de su deslizamiento parcial o total en dicha o dichas piezas de embarrado (E) por una retracción de la mecha debido a la fusión del polímero en dicha mecha.

20 Este segundo despliegue combinado con la fusión de dicha matriz polimérica por el sistema de calentamiento y con la retracción de la mecha permite homogeneizar la preimpregnación y finalizar así la impregnación y tener por tanto una impregnación en el núcleo y tener una tasa elevada de fibras en volumen, especialmente constante en al menos el 70% del volumen de la banda o cinta, especialmente 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 en particular en al menos el 95% del volumen de la banda o cinta, así como disminuir la porosidad.

25 El despliegue depende del material fibroso usado. Por ejemplo, el despliegue de un material de fibra de carbono es mucho más importante que el de una fibra de lino. El despliegue depende también del número de fibras en la mecha, de su diámetro medio y de su cohesión por el ensimado.

30 El diámetro de dicho al menos un rodillo de compresión (embarrado (E)) está comprendido entre 3 mm y 100 mm, preferiblemente entre 3 mm y 20 mm, en particular entre 5 mm y 10 mm. Por encima de 3 mm, la deformación de la fibra inducida por el rodillo de compresión es demasiado alta.

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

Ventajosamente, dicha al menos una pieza de embarrado (E) está constituida por al menos 1 rodillo de compresión de forma cilíndrica.

35 Ventajosamente, dicha al menos una pieza de embarrado (E) está constituida por de 1 a 15 rodillos de compresión (R'<sub>1</sub> a R'<sub>15</sub>) de forma cilíndrica, preferiblemente de 3 a 15 rodillos de compresión (R'<sub>3</sub> a R'<sub>15</sub>), especialmente de 6 a 10 rodillos de compresión (R'<sub>6</sub> a R'<sub>10</sub>).

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

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

Ventajosamente, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0,1 a 89°, en particular de 5 a 75°, especialmente 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>, de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho rodillo de compresión R'<sub>1</sub>.

45 No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>1</sub> comprendido además entre 89° y 360° (modulo 360°). Si la mecha forma un ángulo de al menos 360° con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión R'<sub>1</sub>, significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

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

Ventajosamente, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0 a 180°, en particular de 5 a 75°, especialmente 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>, de manera

## ES 2 808 106 T3

que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho rodillo de compresión  $R'_1$ .

5 No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (modulo  $360^\circ$ ). Si la mecha forma un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

Ventajosamente, un segundo rodillo  $R'_2$  de compresión existe después de dicho primer rodillo de compresión  $R'_1$ , dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_2$  de  $0$  a  $180^\circ$ , en particular de  $5$  a  $75^\circ$ , especialmente de  $10$  a  $45^\circ$  con dicho segundo rodillo de compresión  $R'_2$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho segundo rodillo de compresión.

10 No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (modulo  $360^\circ$ ).

Si la mecha forma un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

15 La mecha se desliza por debajo del rodillo  $R'_1$  y después por encima del rodillo  $R'_2$ . Es muy evidente que el deslizamiento de la mecha por encima del rodillo  $R'_1$  y después por debajo del rodillo  $R'_2$  es asimismo una realización de la invención.

El rodillo  $R'_2$  puede estar situado por encima del rodillo  $R'_1$ , de manera que dicho rodillo  $R'_1$  precede a dicho rodillo  $R'_2$ .

Igualmente es evidente que el rodillo  $R'_2$  puede estar situado por debajo del rodillo  $R'_1$ .

20 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, preferiblemente entre  $2$  y  $15$  cm, en particular entre  $3$  y  $10$  cm.

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

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

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

30 Ventajosamente, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de  $0,1$  a  $89^\circ$ , en particular de  $5$  a  $75^\circ$ , especialmente de  $10$  a  $45^\circ$  con un primer rodillo de compresión  $R'_1$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho primer rodillo de compresión.

No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$  comprendido además entre  $89^\circ$  y  $360^\circ$  (modulo  $360^\circ$ ). Si la mecha forma un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_1$ , significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

35 Ventajosamente, el segundo rodillo está presente después de dicho primer rodillo, dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_2$  de  $0$  a  $180^\circ$ , en particular de  $5$  a  $75^\circ$ , especialmente de  $10$  a  $45^\circ$  con el segundo rodillo de compresión  $R'_2$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho segundo rodillo de compresión.

40 No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (modulo  $360^\circ$ ).

Si la mecha forma un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_2$ , significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

45 Ventajosamente, el tercer rodillo de compresión  $R'_3$  está presente después de dicho segundo rodillo de compresión  $R'_2$ , dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_3$  de  $0$  a  $180^\circ$ , en particular de  $5$  a  $75^\circ$ , especialmente de  $10$  a  $45^\circ$  con dicho tercer rodillo de compresión  $R'_3$  y la tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_3$ , de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho tercer rodillo de compresión  $R'_3$ . No se abandonará el marco de la invención si la mecha forma un ángulo con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_3$  comprendido además entre  $180^\circ$  y  $360^\circ$  (modulo  $360^\circ$ ). Si la mecha forma un ángulo de al menos  $360^\circ$  con dicha tangente horizontal a dicho rodillo de compresión  $R'_3$ , significa que la mecha ha efectuado al menos una vuelta completa de dicho rodillo.

50 La mecha se desliza por debajo del rodillo  $R'_1$  y después por encima del rodillo  $R'_2$  y a continuación por debajo del rodillo  $R'_3$ .

## ES 2 808 106 T3

Es muy evidente que el deslizamiento de la mecha por encima del rodillo  $R'_1$  y después por debajo del rodillo  $R'_2$  y a continuación por encima del rodillo  $R'_3$  es asimismo una realización de la invención.

5 Los tres rodillos pueden estar al mismo nivel, pero ventajosamente, el rodillo  $R'_2$  está situado por encima del rodillo  $R'_1$ , y el rodillo  $R'_3$  está situado por debajo del rodillo  $R'_2$ , de manera que dicho rodillo  $R'_1$  precede a dicho rodillo  $R'_2$  que a su vez precede a  $R'_3$ .

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.

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

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

Ventajosamente, el rodillo  $R'_1$  precede al rodillo  $R'_3$  y están al mismo nivel y el rodillo  $R'_2$  se sitúa entre el rodillo  $R'_1$  y el rodillo  $R'_3$  y se sitúa por encima de los otros dos rodillos.

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

15 La longitud  $l$  entre la entrada del sistema de calentamiento y el primer rodillo  $R'_1$  es variable en función del polímero usado y de la velocidad de deslizamiento de la banda.

$l$  representa así la longitud suficiente para que el polímero esté en fusión, al menos parcial, en particular total, en la entrada del primer rodillo.

En una realización pueden estar presentes de cuatro (4) a quince (15) rodillos.

20 De manera general, el ángulo o los ángulos  $\alpha'_{4+i}$  (siendo  $i$  de 4 a 15) formados por dicha o dichas mechas con los rodillos  $R'_{4+i}$  están comprendidos entre 0 y 180°, en particular entre 5 y 75°, especialmente entre 10 y 45°.

De manera general, la diferencia de altura entre cada rodillo  $R'_i$  y entre el rodillo más bajo y el rodillo más alto es superior o igual a 0.

25 Ventajosamente, la diferencia de altura entre cada uno de los rodillos  $R'_i$  está comprendida entre 1 y 20 cm, preferiblemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

De manera general, la distancia entre cada uno de los rodillos  $R'_i$  está comprendida entre 1 y 20 cm, preferiblemente entre 2 y 15 cm, en particular entre 3 y 10 cm.

30 Ventajosamente, el porcentaje de despliegue durante la etapa de calentamiento entre la entrada del primer rodillo de compresión  $R'_1$  y la salida del último rodillo de compresión  $R'_1$  es de aproximadamente el 0 al 300%, en particular del 0 al 50%.

Ventajosamente, el porcentaje de despliegue durante la etapa de calentamiento entre la entrada del primer rodillo de compresión  $R'_1$  y la salida del último rodillo de compresión  $R'_1$  es de aproximadamente el 1 al 50%.

Ventajosamente, dicho polímero termoplástico es un polímero termoplástico no reactivo. El sistema de calentamiento permite así la fusión de dicho polímero termoplástico después de preimpregnación como se describe anteriormente.

35 Ventajosamente, dicho polímero termoplástico es un prepolímero reactivo que puede reaccionar en sí mismo o con otro prepolímero, en función de los finales de cadena transportados por dicho prepolímero, o incluso con un prolongador de cadena, estando dicho polímero reactivo opcionalmente polimerizado durante la etapa de calentamiento.

40 En función de la temperatura y/o de la velocidad de deslizamiento de la mecha, el sistema de calentamiento permite la fusión de dicho prepolímero termoplástico después de preimpregnación como se describe anteriormente sin polimerización de dicho prepolímero consigo mismo o con un prolongador de cadena o de dichos prepolímeros entre sí.

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

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

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

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

Después de la etapa de calandrado mostrada a continuación puede efectuarse una segunda etapa de calentamiento.

5 Esta segunda etapa de calentamiento permite corregir los posibles defectos, especialmente 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 mediante 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 cabeza de escuadra y permite el recubrimiento de dicha mecha única o de dicha pluralidad de mechas paralelas después de 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 de dicho polímero de preimpregnación, siendo dicho polímero fundido preferiblemente de la misma naturaleza que dicho polímero de preimpregnación.

15 Para ello, en la salida del sistema de calentamiento se conecta un dispositivo de recubrimiento que puede incluir una cabeza de escuadra de recubrimiento, como se describe asimismo en la patente EP0406067. El polímero de recubrimiento puede ser idéntico o diferente del polvo de polímero en la cuba. Preferiblemente, es de la misma naturaleza. Dicho recubrimiento permite no solo completar la etapa de impregnación de las fibras para obtener una  
20 tasa en volumen final de polímero en la gama deseada y evitar la presencia a la superficie de la mecha impregnada, de una tasa de fibras localmente demasiado alta, que perjudicaría la soldadura de las cintas durante la fabricación de la pieza compuesta, especialmente para la obtención de materiales fibrosos denominados «listos para usar» de buena calidad, pero asimismo para mejorar los rendimientos del material compuesto obtenido.

#### Etapa de conformación

Se efectúa una etapa de conformación de dicha mecha o mechas paralelas de dicho material fibroso impregnado.

25 Puede usarse un sistema de calandrado tal como se describe en el documento WO 2015/121583.

Se efectúa por calandrado por medio de al menos una calandra de calentamiento en forma de cinta única unidireccional o de una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales de manera que, en este último caso, dicha calandra de calentamiento incluye una pluralidad de surcos de calandrado, preferiblemente hasta 200 surcos de calandrado, de acuerdo con el número de dichas cintas y con una presión y/o una separación entre los rodillos de dicha calandra regulados por un sistema esclavo.  
30

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

Ventajosamente, la etapa de calandrado se realiza por medio de una pluralidad de calandras calefactoras, montadas en paralelo y/o en serie con respecto al sentido de deslizamiento de las mechas de fibras.

35 Ventajosamente, dicha o dichas calandras calefactoras comprenden un sistema de calentamiento integrado por inducción o por microondas, preferiblemente por microondas, acoplado a la presencia de cargas carbonadas en dicho polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos.

Según otra realización más, existe una hilera calefactora entre el sistema de calentamiento y la calandra.

40 Según otra realización, existe una prensa de banda entre el sistema de calentamiento y la calandra y existe una hilera calefactora entre la prensa de banda y la calandra.

#### **Realizaciones ventajosas del procedimiento de la invención**

Lecho fluidizado combinado en una o dos etapas de calentamiento

45 Ventajosamente, el material fibroso se elige entre la fibra de carbono y la fibra de vidrio. Ventajosamente, el prepolímero termoplástico usado para impregnar la fibra de carbono se elige entre una poliamida, especialmente una poliamida alifática tal como PA 11, PA 12, PA 11/1010 y PA 12/1010, una poliamida semiaromática, en particular PA 11/10T, PA 11/6T/10T, PA MXDT/10T, PA MPMDT/10T, PA BACT/10T, PA BACT/6T, PA BACT/10T/6T, PA MXD6 y PA MXD10, PEEK, PEKK y PEI o una mezcla de las mismas.

50 Ventajosamente, el prepolímero termoplástico usado para impregnar la fibra de vidrio se elige entre una poliamida, especialmente una poliamida alifática tal como PA 11, PA 12, PA 11/1010 y PA 12/1010, una poliamida semiaromática, en particular PA 11/10T, PA 11/6T/10T, PA MXDT/10T, PA MPMDT/10T, PA BACT/10T, PA BACT/6T, PA

## ES 2 808 106 T3

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

La tabla I mostrada a continuación agrupa las realizaciones ventajosas según el procedimiento de la invención en el que la etapa de preimpregnación se efectúa en una cuba que comprende para una mecha en fibra de carbono o en fibra de vidrio con uno o varios rodillos de compresión cilíndricos no acanalados

Realización n.º	Material fibroso (fibra de ...)	Polímero	Número de rodillos de compresión	Tiempo de permanencia (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
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

ES 2 808 106 T3

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
62	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 45
63	Carbono	PEI	2	0,1 a 5	5 a 30

ES 2 808 106 T3

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
97	Vidrio	PEKK	2	0,1 a 5	5 a 85

ES 2 808 106 T3

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 2 808 106 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 las realizaciones que comprenden PEKK o PEI, el PEKK puede estar en mezcla con PEI y el PEI puede estar en mezcla con PEKK en las proporciones definidas anteriormente.

5 Ventajosamente, en las composiciones de la tabla I definidas anteriormente en las que existen dos rodillos de compresión en el lecho fluidizado, el rodillo  $R_2$  está por encima del rodillo  $R_1$  con respecto al fondo de la cuba, en particular  $H_2-H_1$  está comprendido entre 1 cm y 30 cm, preferiblemente entre 1 y 10 cm, en particular entre 1 cm y 3 cm, especialmente 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  $R_2$ .

Estas realizaciones corresponden a la figura 5.

10 Ventajosamente, en las composiciones de la tabla I definidas anteriormente en las que existen dos rodillos de compresión en el lecho fluidizado, el rodillo  $R_2$  está por encima del rodillo  $R_1$  con respecto al fondo de la cuba, en particular  $H_2-H_1$  está comprendido entre 1 cm y 30 cm, especialmente aproximadamente 2 cm y el ángulo  $\alpha_2$  está comprendido entre 90 a 180°, en particular entre 115 y 135°, especialmente entre 115 y 125°, y la mecha pasa por debajo de  $R_2$ .

15 Ventajosamente, los diferentes materiales fibrosos obtenidos con las realizaciones por preimpregnación en lecho fluidizado de la tabla I son objeto a continuación de una etapa de calentamiento directamente después de la etapa de preimpregnación con un sistema de calentamiento IR de uno, dos o tres rodillos tal como se describe en la tabla II.

Realización n.º	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	-
152	1 a 144	2	5-75	5-75	-

ES 2 808 106 T3

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 IR de uno o dos rodillos según la tabla III

Realización n.º	Realización lecho fluidizado seguido directamente por 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

**Proyección del polvo por una o varias boquillas o una o varias pistolas por vía seca en una cuba combinada a una o dos etapas de calentamiento**

5 Ventajosamente, el material fibroso se elige entre la fibra de carbono y la fibra de vidrio. Ventajosamente, el polímero termoplástico usado para preimpregnar la fibra de carbono se elige entre una poliamida, especialmente una poliamida alifática tal como PA 11, PA 12, PA 11/1010 o PA 12/1010, o una poliamida semiaromática, en particular PA MXD6 y PA MXD10, PA 11/10T, PA 11/6T/10T, PA MXDT/10T o PA MPMDT/10T, o PA BACT/10T, PA BACT/6T, PA BACT/10T/6T, PEEK, PEKK y PEI o una mezcla de las mismas.

10 Ventajosamente, el polímero termoplástico usado para preimpregnar la fibra de vidrio se elige entre una poliamida, especialmente una poliamida alifática tal como PA 11, PA 12, PA 11/1010 o PA 12/1010, o una poliamida semiaromática, en particular PA MXD6 y PA MXD10, PA 11/10T, PA 11/6T/10T, PA MXDT/10T, PA MPMDT/10T, o PA BACT/10T, PA BACT/6T, PA BACT/10T/6T, PEEK, PEKK y PEI o una mezcla de las mismas.

15 La tabla IV mostrada a continuación agrupa realizaciones ventajosas según el procedimiento de la invención en el que la etapa de preimpregnación se efectúa por proyección de dicho polvo por una o varias boquillas o una o varias pistolas por vía seca en una cuba para una mecha en fibra de carbono o en fibra de vidrio con uno o varios rodillos de compresión cilíndricos no acanalados:

Realización n.º	Material fibroso (fibra de ...)	Polímero	Número de rodillos de compresión	Caudal de proyección (g/min)	Ángulo $\alpha''_1$ (°)
196	Carbono	Poliamida	1	10 a 400	5 a 85
197	Carbono	Poliamida	1	10 a 400	5 a 45
198	Carbono	Poliamida	1	10 a 400	5 a 30
199	Carbono	Poliamida	1	25 a 150	5 a 85
200	Carbono	Poliamida	1	25 a 150	5 a 45
201	Carbono	Poliamida	1	25 a 150	5 a 30

ES 2 808 106 T3

202	Carbono	Poliamida	2	10 a 400	5 a 85
203	Carbono	Poliamida	2	10 a 400	5 a 45
204	Carbono	Poliamida	2	10 a 400	5 a 30
205	Carbono	Poliamida	2	25 a 150	5 a 85
206	Carbono	Poliamida	2	25 a 150	5 a 45
207	Carbono	Poliamida	2	25 a 150	5 a 30
208	Carbono	Poliamida	3	10 a 400	5 a 85
209	Carbono	Poliamida	3	10 a 400	5 a 45
201	Carbono	Poliamida	3	10 a 400	5 a 30
211	Carbono	Poliamida	3	25 a 150	5 a 85
212	Carbono	Poliamida	3	25 a 150	5 a 45
213	Carbono	Poliamida	3	25 a 150	5 a 30
214	Carbono	PEKK	1	10 a 400	5 a 85
215	Carbono	PEKK	1	10 a 400	5 a 45
216	Carbono	PEKK	1	10 a 400	5 a 30
217	Carbono	PEKK	1	25 a 150	5 a 85
218	Carbono	PEKK	1	25 a 150	5 a 45
219	Carbono	PEKK	1	25 a 150	5 a 30
220	Carbono	PEKK	2	10 a 400	5 a 85
221	Carbono	PEKK	2	10 a 400	5 a 45
222	Carbono	PEKK	2	10 a 400	5 a 30
223	Carbono	PEKK	2	25 a 150	5 a 85
224	Carbono	PEKK	2	25 a 150	5 a 45
225	Carbono	PEKK	2	25 a 150	5 a 30
226	Carbono	PEKK	3	10 a 400	5 a 85
227	Carbono	PEKK	3	10 a 400	5 a 45
228	Carbono	PEKK	3	10 a 400	5 a 30
229	Carbono	PEKK	3	25 a 150	5 a 85
230	Carbono	PEKK	3	25 a 150	5 a 45
231	Carbono	PEKK	3	25 a 150	5 a 30
232	Carbono	PEI	1	10 a 400	5 a 85
233	Carbono	PEI	1	10 a 400	5 a 45
234	Carbono	PEI	1	10 a 400	5 a 30
235	Carbono	PEI	1	25 a 150	5 a 85

ES 2 808 106 T3

236	Carbono	PEI	1	25 a 150	5 a 45
237	Carbono	PEI	1	25 a 150	5 a 30
238	Carbono	PEI	2	10 a 400	5 a 85
239	Carbono	PEI	2	10 a 400	5 a 45
240	Carbono	PEI	2	10 a 400	5 a 30
241	Carbono	PEI	2	25 a 150	5 a 85
242	Carbono	PEI	2	25 a 150	5 a 45
243	Carbono	PEI	2	25 a 150	5 a 30
244	Carbono	PEI	3	10 a 400	5 a 85
245	Carbono	PEI	3	10 a 400	5 a 45
246	Carbono	PEI	3	10 a 400	5 a 30
247	Carbono	PEI	3	25 a 150	5 a 85
248	Carbono	PEI	3	25 a 150	5 a 45
249	Carbono	PEI	3	25 a 150	5 a 30
250	Carbono	PEI	1	10 a 400	5 a 85
251	Carbono	PEI	1	10 a 400	5 a 45
252	Carbono	PEI	1	10 a 400	5 a 30
253	Carbono	PEI	1	25 a 150	5 a 85
254	Carbono	PEI	1	25 a 150	5 a 45
255	Carbono	PEI	1	25 a 150	5 a 30
256	Carbono	PEI	2	10 a 400	5 a 85
257	Carbono	PEI	2	10 a 400	5 a 45
258	Carbono	PEI	2	10 a 400	5 a 30
259	Carbono	PEI	2	25 a 150	5 a 85
260	Carbono	PEI	2	25 a 150	5 a 45
261	Carbono	PEI	2	25 a 150	5 a 30
262	Carbono	PEI	3	10 a 400	5 a 85
263	Carbono	PEI	3	10 a 400	5 a 45
264	Carbono	PEI	3	10 a 400	5 a 30
265	Carbono	PEI	3	25 a 150	5 a 85
266	Carbono	PEI	3	25 a 150	5 a 45
267	Carbono	PEI	3	25 a 150	5 a 30
268	Vidrio	Poliamida	1	10 a 400	5 a 85
269	Vidrio	Poliamida	1	10 a 400	5 a 45

ES 2 808 106 T3

270	Vidrio	Poliamida	1	10 a 400	5 a 30
271	Vidrio	Poliamida	1	25 a 150	5 a 85
272	Vidrio	Poliamida	1	25 a 150	5 a 45
273	Vidrio	Poliamida	1	25 a 150	5 a 30
274	Vidrio	Poliamida	2	10 a 400	5 a 85
275	Vidrio	Poliamida	2	10 a 400	5 a 45
276	Vidrio	Poliamida	2	10 a 400	5 a 30
277	Vidrio	Poliamida	2	25 a 150	5 a 85
278	Vidrio	Poliamida	2	25 a 150	5 a 45
279	Vidrio	Poliamida	2	25 a 150	5 a 30
280	Vidrio	Poliamida	3	10 a 400	5 a 85
281	Vidrio	Poliamida	3	10 a 400	5 a 45
282	Vidrio	Poliamida	3	10 a 400	5 a 30
283	Vidrio	Poliamida	3	25 a 150	5 a 85
284	Vidrio	Poliamida	3	25 a 150	5 a 45
285	Vidrio	Poliamida	3	25 a 150	5 a 30
286	Vidrio	PEKK	1	10 a 400	5 a 85
287	Vidrio	PEKK	1	10 a 400	5 a 45
288	Vidrio	PEKK	1	10 a 400	5 a 30
289	Vidrio	PEKK	1	25 a 150	5 a 85
290	Vidrio	PEKK	1	25 a 150	5 a 45
291	Vidrio	PEKK	1	25 a 150	5 a 30
292	Vidrio	PEKK	2	10 a 400	5 a 85
293	Vidrio	PEKK	2	10 a 400	5 a 45
294	Vidrio	PEKK	2	10 a 400	5 a 30
295	Vidrio	PEKK	2	25 a 150	5 a 85
296	Vidrio	PEKK	2	25 a 150	5 a 45
297	Vidrio	PEKK	2	25 a 150	5 a 30
298	Vidrio	PEKK	3	10 a 400	5 a 85
299	Vidrio	PEKK	3	10 a 400	5 a 45
300	Vidrio	PEKK	3	10 a 400	5 a 30
301	Vidrio	PEKK	3	25 a 150	5 a 85
302	Vidrio	PEKK	3	25 a 150	5 a 45
303	Vidrio	PEKK	3	25 a 150	5 a 30

ES 2 808 106 T3

304	Vidrio	PEI	1	10 a 400	5 a 85
305	Vidrio	PEI	1	10 a 400	5 a 45
306	Vidrio	PEI	1	10 a 400	5 a 30
307	Vidrio	PEI	1	25 a 150	5 a 85
308	Vidrio	PEI	1	25 a 150	5 a 45
309	Vidrio	PEI	1	25 a 150	5 a 30
310	Vidrio	PEI	2	10 a 400	5 a 85
311	Vidrio	PEI	2	10 a 400	5 a 45
312	Vidrio	PEI	2	10 a 400	5 a 30
313	Vidrio	PEI	2	25 a 150	5 a 85
314	Vidrio	PEI	2	25 a 150	5 a 45
315	Vidrio	PEI	2	25 a 150	5 a 30
316	Vidrio	PEI	3	10 a 400	5 a 85
317	Vidrio	PEI	3	10 a 400	5 a 45
318	Vidrio	PEI	3	10 a 400	5 a 30
319	Vidrio	PEI	3	25 a 150	5 a 85
320	Vidrio	PEI	3	25 a 150	5 a 45
321	Vidrio	PEI	3	25 a 150	5 a 30
322	Vidrio	PEI	1	10 a 400	5 a 85
323	Vidrio	PEI	1	10 a 400	5 a 45
324	Vidrio	PEI	1	10 a 400	5 a 30
325	Vidrio	PEI	1	25 a 150	5 a 85
326	Vidrio	PEI	1	25 a 150	5 a 45
327	Vidrio	PEI	1	25 a 150	5 a 30
328	Vidrio	PEI	2	10 a 400	5 a 85
329	Vidrio	PEI	2	10 a 400	5 a 45
330	Vidrio	PEI	2	10 a 400	5 a 30
331	Vidrio	PEI	2	25 a 150	5 a 85
332	Vidrio	PEI	2	25 a 150	5 a 45
333	Vidrio	PEI	2	25 a 150	5 a 30
334	Vidrio	PEI	3	10 a 400	5 a 85
335	Vidrio	PEI	3	10 a 400	5 a 45
336	Vidrio	PEI	3	10 a 400	5 a 30
337	Vidrio	PEI	3	25 a 150	5 a 85

## ES 2 808 106 T3

338	Vidrio	PEI	3	25 a 150	5 a 45
339	Vidrio	PEI	3	25 a 150	5 a 30

TABLA IV

En las realizaciones que comprenden PEKK o PEI, el PEKK puede estar en mezcla con PEI y el PEI puede estar en mezcla con PEKK en las proporciones definidas anteriormente.

- 5 Ventajosamente, en las composiciones de la tabla IV definidas anteriormente en las que existen dos rodillos de compresión en la cuba, el rodillo R''<sub>2</sub> está por encima del rodillo R''<sub>1</sub> con respecto al fondo de la cuba, en particular H<sub>2</sub>-H<sub>1</sub> está comprendido entre 1 cm y 30 cm, preferiblemente entre 1 y 10 cm, en particular entre 1 cm y 3 cm, especialmente aproximadamente 2 cm y el ángulo α''<sub>2</sub> 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''<sub>2</sub>.

Estas realizaciones corresponden a la figura 13.

- 10 Ventajosamente, en las composiciones de la tabla IV definidas anteriormente en las que existen rodillos de compresión en la cuba, el rodillo R''<sub>2</sub> está por encima del rodillo R''<sub>1</sub> con respecto al fondo de la cuba, en particular H<sub>2</sub>-H<sub>1</sub> está comprendido entre 1 cm y 30 cm, especialmente aproximadamente 2 cm y el ángulo α''<sub>2</sub> está comprendido entre 90 y 180°C, en particular entre 115 y 135°, especialmente entre 115 y 125°, y la mecha pasa por debajo de R''<sub>2</sub>.

- 15 Ventajosamente, los diferentes materiales fibrosos obtenidos con las realizaciones por preimpregnación por proyección de dicho polvo por una o varias boquillas o una o varias pistolas por vía seca en una cuba de la tabla IV son objeto a continuación de una etapa de calentamiento directamente después de la etapa de impregnación con un sistema de calentamiento IR de uno, dos o tres rodillos tal como se describe en la tabla V.

Realización n.º	Realización de proyección	Número de rodillos de compresión	Ángulo α' <sub>1</sub> (°)	Ángulo α' <sub>2</sub> (°)	Ángulo α' <sub>3</sub> (°)
340	1 a 339	1	0,1-89	-	-
341	1 a 339	1	5-75	-	-
342	1 a 339	1	10-45	-	-
343	1 a 339	2	0,1-89	0-180	-
344	1 a 339	2	0,1-89	5-75	-
345	1 a 339	2	0,1-89	10-45	-
346	1 a 339	2	5-75	0-180	-
347	1 a 339	2	5-75	5-75	-
348	1 a 339	2	5-75	10-45	-
349	1 a 339	2	10-45	0-180	-
350	1 a 339	2	10-45	5-75	-
351	1 a 339	2	10-45	10-45	-
352	1 a 339	3	0,1-89	0-180	0-180
353	1 a 339	3	0,1-89	0-180	5-75
354	1 a 339	3	0,1-89	0-180	10-45
355	1 a 339	3	5-75	0-180	0-180
356	1 a 339	3	5-75	0-180	5-75
357	1 a 339	3	5-75	0-180	10-45
358	1 a 339	3	10-45	0-180	0-180

ES 2 808 106 T3

359	1 a 339	3	10-45	0-180	5-75
360	1 a 339	3	10-45	0-180	10-45
361	1 a 339	3	0,1-89	5-75	0-180
362	1 a 339	3	0,1-89	5-75	5-75
363	1 a 339	3	0,1-89	5-75	10-45
364	1 a 339	3	5-75	5-75	0-180
365	1 a 339	3	5-75	5-75	5-75
366	1 a 339	3	5-75	5-75	10-45
367	1 a 339	3	10-45	5-75	0-180
368	1 a 339	3	10-45	5-75	5-75
369	1 a 339	3	10-45	5-75	10-45
370	1 a 339	3	0,1-89	10-45	0-180
371	1 a 339	3	0,1-89	10-45	5-75
372	1 a 339	3	0,1-89	10-45	10-45
373	1 a 339	3	5-75	10-45	0-180
374	1 a 339	3	5-75	10-45	5-75
375	1 a 339	3	5-75	10-45	10-45
376	1 a 339	3	10-45	10-45	0-180
377	1 a 339	3	10-45	10-45	5-75
378	1 a 339	3	10-45	10-45	10-45

TABLA V

Opcionalmente, se efectúa una segunda etapa de calentamiento con un sistema de calentamiento IR de uno o dos rodillos según la tabla VI

Realización n.º	Realización de proyección seguido directamente por la etapa de calentamiento	Número de rodillos de compresión	Ángulo $\alpha'_1$ (°)	Ángulo $\alpha'_2$ (°)
379	340 a 378	1	0,1-89	-
380	340 a 378	1	5-75	-
381	340 a 378	1	10-45	-
382	340 a 378	2	0,1-89	0-180
383	340 a 378	2	0,1-89	5-75
384	340 a 378	2	0,1-89	10-45
385	340 a 378	2	5-75	0-180
386	340 a 378	2	5-75	5-75

387	340 a 378	2	5-75	10-45
388	340 a 378	2	10-45	0-180
389	340 a 378	2	10-45	5-75
390	340 a 378	2	10-45	10-45

TABLA VI

**Descripción de las figuras**

- 5 La figura 1 presenta un esquema de un sistema de calentamiento según la invención de tres rodillos. La figura 2 detalla una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) con una pieza de embarrado, regulable en altura (22). El borde de la entrada de la cuba está equipado con un rodillo rotatorio 23a en el que se desliza la mecha 21a y el borde de la salida cuba está equipado con un rodillo rotatorio 23b en el que se desliza la mecha 21b.
- La figura 3 describe una realización de un solo rodillo de compresión, con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que existe un solo rodillo de compresión cilíndrico (24) y muestra el ángulo  $\alpha_1$ .
- Las flechas en el nivel de la fibra indican el sentido de deslizamiento de la fibra.
- 10 La figura 4 presenta una realización, sin estar limitado a ella, de dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , de manera que  $R_1$  precede a  $R_2$ , con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en la que los dos rodillos de compresión cilíndricos están a alturas diferentes con respecto al fondo de la cuba ( $R_2$  a una altura  $H_2$  por encima de  $R_1$  a una altura  $H_1$ ) y muestra los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .
- Las flechas en la mecha de fibra indican el sentido de deslizamiento de la mecha.
- 15 La figura 5 presenta un ejemplo de realización con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y colindantes y muestra el ángulo  $\alpha_1$ , y el ángulo  $\alpha_2 = 0^\circ$  y la mecha pasa entre los 2 rodillos.
- La figura 6 presenta un ejemplo de realización con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que los dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y colindantes y muestra el ángulo  $\alpha_1$ , y el ángulo  $\alpha_2 = 90^\circ$  y la mecha pasa por debajo de  $R_2$ .
- 20 La figura 7 presenta un ejemplo de realización con una cuba (20) que comprende un lecho fluidizado (12) en el que existen dos rodillos de compresión cilíndricos  $R_1$  y  $R_2$ , de manera que  $R_1$  precede a  $R_2$ , en niveles diferentes y muestra el ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  y la mecha pasa por debajo del rodillo  $R_2$ .
- La figura 8 presenta una realización con una cuba (10) que comprende un lecho fluidizado (12) de dos rodillos de compresión  $R_1$  y  $R_2$ , de manera que  $R_1$  precede a  $R_2$ , y un rodillo de compresión  $R_3$  y muestra los ángulos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$ .
- La figura 9 presenta una fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido de una vista en sección transversal de una mecha de fibra de carbono de 6,3 mm ( $\frac{1}{4}$ " Fibre carbone Toray, 12K T700S M0E impregnada con un polvo de poliamida PA11/6T/10T de  $D50 = 100 \mu\text{m}$  según el procedimiento descrito describe en el documento WO 2015/121583 (después de calandrado).
- 30 El procedimiento según el documento WO 2015/121583 hace aparecer una falta de homogeneidad en varios lugares de la mecha impregnada esquematizados por las flechas blancas.
- La figura 10 presenta la fluidización en función del caudal de aire. El caudal de aire aplicado al lecho fluidizado debe estar comprendido entre el caudal mínimo de fluidización ( $U_{mf}$ ) y el caudal mínimo de burbujeo ( $U_{mf}$ )
- La figura 11 detalla una cuba (20) con una pieza de embarrado, regulable en altura (22). El borde de la entrada de la cuba está equipado con un rodillo rotatorio 23a en el que se desliza la mecha 21a y el borde de la salida cuba está equipado con un rodillo rotatorio 23b en el que se desliza la mecha 21b. La figura 12 describe una realización de un solo rodillo de compresión, con una cuba (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) en la que existe un solo rodillo de compresión cilíndrico (33) y muestra el ángulo  $\alpha''_1$ .
- 35 Las flechas en el nivel de la fibra indican el sentido de deslizamiento de la fibra.
- La figura 13 presenta una realización, sin estar limitado a ella, de dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ , de manera que  $R''_1$  precede a  $R''_2$ , con una cuba (30) que comprenden cada uno una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en la que los dos rodillos de compresión cilíndricos están a alturas diferentes con respecto al fondo de la cuba ( $R''_2$  a una altura  $H_2$  por encima de  $R''_1$  a una altura  $H_1$ ) y muestra los ángulos  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$ .
- 40 Las flechas en la mecha de fibra indican el sentido de deslizamiento de la mecha.

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

5 La figura 15 presenta un ejemplo de realización con una cuba (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en la que los dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$  son cilíndricos, al mismo nivel uno con respecto al otro y colindantes y muestra 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 realización con una cuba (30) que comprende una pistola de proyección (31) de polvo (32) y en la que existen dos rodillos de compresión cilíndricos  $R''_1$  y  $R''_2$ , de manera que  $R''_1$  precede a  $R''_2$ , en niveles diferentes y muestra el ángulo  $\alpha''_1$  y  $\alpha''_2$  y la mecha pasa por debajo del rodillo  $R''_2$ . La figura 17 presenta una realización con una cuba (30) de dos rodillos de compresión  $R''_1$  y  $R''_2$ , de manera que  $R''_1$  precede a  $R''_2$ , que comprende 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 muestra los ángulos  $\alpha''_1$ ,  $\alpha''_2$  y  $\alpha''_3$ .

15 La figura 18 presenta una fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido de una vista en sección transversal de una mecha de fibra de carbono de 6,3 mm (1/4") Fibre carbone Toray, 12K T700S 31E impregnada por un polvo de PEKK de D50 = 51  $\mu\text{m}$  según el procedimiento de la invención del ejemplo 2.

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

La figura 19 presenta una fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido de una vista en sección transversal de una mecha de fibra de carbono de 6,3 mm (1/4") Fibre carbone Toray, 12K T700S 31E impregnada por un polvo de poliamida PA MPMDT/10T de D50 = 115  $\mu\text{m}$  según el procedimiento de la invención del ejemplo 3.

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

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 PA 11/6T/10T tal como se describe en el documento WO 2015/121583.

25 D50=100  $\mu\text{M}$

Resultados:

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

30 **Ejemplo 2: modo operativo general que comprende una etapa de preimpregnación de un material fibroso (fibra de carbono) por un polvo de PEKK en una cuba que comprende un lecho fluidizado provista de un solo rodillo y una etapa de calentamiento por infrarrojo.**

Se efectuó el modo operativo siguiente:

Etapas de preimpregnación

- Un rodillo de compresión cilíndrico  $R_1$  en la cuba (L = 500 mm, l = 500 mm, H = 600 mm), diámetro 25 mm.

35 - Tiempo de permanencia de 0,3 s en el polvo - Ángulo  $\alpha_1$  de 25°.

- Despliegue aproximadamente 100% (es decir una anchura multiplicada por 2) para una mecha en fibra de carbono de carbono 1/4" Toray, 12K T700S 31E.

- D50 = 51  $\mu\text{m}$ , (D10 = 21  $\mu\text{m}$ , D90 = 97  $\mu\text{m}$ ) para el polvo de PEKK - Borde de la cuba equipado con un rodillo fijo.

40 El material fibroso (mecha de fibra de carbono de 6,3 mm (1/4")) se preimpregnó con un polímero (PEKK de granulometría definida anteriormente) según este modo operativo.

Etapas de calentamiento

El sistema de calentamiento usado 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

45 El infrarrojo usado presenta una potencia de 25 kW, la altura entre el infrarrojo y el rodillo superior es de 4 cm y la altura entre el infrarrojo y los rodillos inferiores es de 9 cm.

Los ángulos  $\alpha_1$  a  $\alpha_8$  son idénticos y de  $25^\circ$ .

La altura  $h$  es de 20 mm

La longitud  $l$  es de 1.000 mm

Los ocho rodillos están separados cada uno 43 mm.

5 Calandrado por medio de dos calandras montadas en serie equipadas con un IR de 1 kW cada una después de la etapa de calentamiento.

La figura 18 presenta el material fibroso impregnado obtenido con 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 permanencia en el polvo combinado en una etapa de calentamiento.

10 **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 una cuba que comprende un lecho fluidizado y está provista de un solo rodillo y una etapa de calentamiento por infrarrojo, de manera que cuatro rodillos a la cuba le preceden (embarrados corriente arriba)**

15 Los cuatro rodillos que preceden a la cuba son cilíndricos y fijos de diámetro 8 cm. Los rodillos están separados 54 cm (distancia entre el primer y el último rodillo).

Etapa de preimpregnación y de calentamiento

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

$D_{50} = 115 \mu\text{m}$ , ( $D_{10} = 49 \mu\text{m}$ ,  $D_{90} = 207 \mu\text{m}$ ) para el polvo de MPMDT/10T.

20 Calandrado por medio de dos calandras montadas en serie equipadas con un IR de 1 kW cada una después de la etapa de calentamiento.

Los resultados obtenidos son similares a los del ejemplo 2.

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

25 La porosidad se determinó por análisis de imagen en una mecha de fibra de carbono 1/4" impregnada con MPMDT/10T en lecho fluidizado con embarrados corriente arriba seguida de una etapa de calentamiento tal como se define anteriormente.

Es de menos del 5%.

#### **Ejemplo 5: Determinación de la tasa de porosidad con desviación relativa entre densidad teórica y densidad experimental (procedimiento general)**

30 a) Los datos requeridos son:

- la densidad de la matriz termoplástica,
- la densidad de las fibras,
- el gramaje del refuerzo:
  - masa lineal (g/m) por ejemplo para una banda de 6,3 mm (1/4 de pulgada) (obtenida de un solo rowing),
  - masa de superficie (g/m<sup>2</sup>) por ejemplo para una banda más ancha o un tejido.

35

b) Medidas que se han de realizar:

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

Las medidas que se deben realizar son:

- la dimensión de las muestras tomadas:
  - longitud (si masa lineal conocida),
  - longitud y anchura (si masa de superficie conocida).

40

- La densidad experimental de las muestras tomadas:

- o medidas de masa en el aire y en el agua.

- La medida 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.

5

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

Determinación de la tasa de fibras másica lineal:

a) Determinación de la tasa de fibras másica teórica:

$$\%M_{f_{th}} = \frac{m_l \cdot L}{M_{e_{air}}}$$

10 Con

$m_l$  la masa lineal de la banda,

$L$  la longitud de la muestra y

$M_{e_{air}}$  la masa de la muestra medida en el aire.

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

15

b) Determinación de la densidad teórica:

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

siendo  $d_m$  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.

20

c) Evaluación de la porosidad:

La porosidad es entonces la desviación relativa entre densidad teórica y densidad experimental.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de un material fibroso impregnado que comprende un material fibroso de fibras continuas y al menos una matriz de polímero termoplástico, estando formado dicho material fibroso impregnado en una cinta única unidireccional o en una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales,
- 5 comprendiendo dicho procedimiento 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,
- 10 efectuándose dicha al menos una etapa de calentamiento por medio de al menos una pieza de embarrado (E) conductora del calor y de al menos un sistema de calentamiento, con la excepción de una calandra de calentamiento, estando dicha mecha o mechas en contacto con una parte o la totalidad de la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado (E) y deslizándose parcial o totalmente en la superficie de dicha al menos una pieza de embarrado (E) presente en el nivel del sistema de calentamiento, estando dicha al menos una pieza de embarrado (E) en su totalidad en el interior del sistema de calentamiento,
- 15 con exclusión de cualquier procedimiento electrostático con carga voluntaria, comprendiendo dicho procedimiento además una etapa de conformación de dicha o dichas mechas paralelas de dicho material fibroso impregnado, por calandrado por medio de al menos una calandra de calentamiento en forma de cinta única unidireccional o de una pluralidad de cintas paralelas unidireccionales con, en este último caso, dicha calandra de calentamiento incluyendo una pluralidad de surcos (73) de calandrado, preferiblemente hasta 200 surcos de calandrado, de acuerdo con el
- 20 número de dichas cintas y con una presión y/o una separación entre los rodillos de dicha calandra regulados por un sistema esclavo, estando una prensa de banda presente entre el sistema de calentamiento y la calandra y siendo la tasa de porosidad en dicho material fibroso preimpregnado inferior al 10%, especialmente inferior al 5%, en particular inferior al 2%.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho material fibroso impregnado no es flexible.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la preimpregnación se efectúa con un sistema elegido entre lecho fluidizado, pulverización por pistola y vía fundida, especialmente a gran velocidad, en particular la preimpregnación se efectúa en lecho fluidizado.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que uno o varios embarrados (E'') están presentes corriente arriba de dicho sistema.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que se efectúa una etapa de preimpregnación y una etapa de calentamiento, siendo dicha etapa de calentamiento inmediatamente consecutiva a la etapa de preimpregnación.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho al menos un sistema de calentamiento se elige entre una lámpara de infrarrojo, una lámpara UV y un calentamiento por convección.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dicha al menos una pieza de embarrado (E) es un rodillo de compresión  $R'_i$  de forma convexa, cóncava o cilíndrica, preferiblemente cilíndrica.
- 40 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que dicha al menos una pieza de embarrado (E) está constituida por 1 a 15 rodillos de compresión ( $R'_1$  a  $R'_{15}$ ) de forma cilíndrica, preferiblemente de 3 a 15 rodillos de compresión ( $R'_3$  a  $R'_{15}$ ), especialmente de 6 a 10 rodillos de compresión ( $R'_6$  a  $R'_{10}$ ).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 o 8, caracterizado por que dicha mecha o mechas forman un ángulo  $\alpha'_1$  de 0,1 a 89°, en particular de 5 a 75°, especialmente de 10 a 45° con un primer rodillo de compresión  $R'_1$  y la tangente horizontal a dicho rodillo  $R'_1$ , de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho primer rodillo de compresión.
- 45 10. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que está presente un segundo rodillo  $R'_2$  después de dicho primer rodillo de compresión  $R'_1$ , formando dicha mecha o mechas un ángulo  $\alpha'_2$  de 0 a 180°, en particular de 5 a 75°, especialmente de 10 a 45° con dicho segundo rodillo de compresión  $R'_2$  y la tangente horizontal a dicho rodillo  $R'_2$ , de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho segundo rodillo de compresión.
- 50 11. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que está presente al menos un tercer rodillo  $R'_3$  después de dicho segundo rodillo  $R'_2$ , formando dicha mecha o mechas un ángulo  $\alpha'_3$  de 0 a 180°, en particular de

5 a 75°, especialmente 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>, de manera que dicha mecha o mechas se despliegan al contacto con dicho tercer rodillo de compresión R<sub>3</sub>.

5 12. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que están presentes de seis a diez rodillos y al mismo nivel.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que el porcentaje de despliegue a la salida del último rodillo de compresión R<sub>i</sub>, es de aproximadamente el 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>.

10 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que dicho polímero termoplástico es un polímero termoplástico no reactivo.

15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que dicho polímero termoplástico es un prepolímero reactivo que puede reaccionar en sí mismo o con otro prepolímero, en función de los finales de cadena transportados por dicho prepolímero, o incluso con un prolongador de cadena, siendo dicho polímero reactivo opcionalmente polimerizado durante la etapa de calentamiento.

15 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado por que dicho al menos polímero termoplástico se selecciona entre: poli(ariletercetona) (PAEK), en particular poli(eteretercetona) (PEEK); poli(ariletercetona) (PAEKK), en particular poli(etercetona) (PEKK); poliéter-imidas (PEI) aromáticas; poliarilsulfonas, en particular polifenilensulfonas (PPSU); poliarilsulfuros, en particular polifenilensulfuros (PPS); poliamidas (PA), en particular poliamidas semiaromáticas (poliftalamidas) en su caso modificadas por unidades de urea; PEBA, poliacrilatos en particular polimetacrilato de metilo (PMMA); poliolefinas, en particular polipropileno, ácido poliláctico (PLA), alcohol polivinílico (PVA), y polímeros fluorados en particular polifluoruro de vinilideno (PVDF) o politetrafluoroetileno (PTFE) o policlorotrifluoroetileno (PCTFE); y mezclas de los mismos, especialmente una mezcla de PEKK y de PEI, preferiblemente del 90-10% en peso al 60-40% en peso, en particular del 90-10% en peso al 70-30% en peso.

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

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

19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado por que la tasa de fibras en dicho material fibroso impregnado está comprendida entre el 45 y el 65% en volumen, preferiblemente del 50 al 60% en volumen, especialmente del 54 al 60%.

35 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado por que la etapa de calandrado se realiza por medio de una pluralidad de calandras calefactoras, montadas en paralelo y/o en serie con respecto al sentido de deslizamiento de las mechas de fibras.

40 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 20, caracterizado por que dicha o dichas calandras calefactoras comprenden un sistema de calentamiento integrado por inducción o por microondas, preferiblemente por microondas, acoplado a la presencia de cargas carbonadas en dicho polímero termoplástico o mezcla de polímeros termoplásticos.

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

45 23. 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 calandra y está presente una hilera calefactora entre la prensa de banda y la calandra.

50 24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 23, caracterizado por que dichas etapas de preimpregnación y de impregnación se completan con una etapa de recubrimiento de dicha mecha única o de dicha pluralidad de mechas paralelas después de 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 de dicho polímero de preimpregnación, siendo dicho polímero fundido preferiblemente de la misma naturaleza que dicho polímero de preimpregnación, preferiblemente efectuándose dicho recubrimiento por extrusión en cabeza de escuadra con respecto a dicha mecha única o a dicha pluralidad de mechas paralelas.

25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 24, caracterizado por que dicho polímero termoplástico comprende además cargas carbonadas, en particular negro de carbono o nanocargas carbonadas,

preferiblemente elegidas entre nanocargas carbonadas, en particular grafenos y/o nanotubos de carbono y/o nanofibrillas de carbono o mezclas de los mismos.

- 5 26. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 25, caracterizado por que dicho material fibroso comprende fibras continuas seleccionadas entre fibras de carbono, vidrio, carburo de silicio, basalto, sílice, fibras naturales en particular de lino o de cáñamo, lignina, bambú, sisal, seda o celulósicas en particular de viscosa, o las fibras termoplásticas amorfas de temperatura de transición vítrea  $T_g$  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 las 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, preferiblemente una mezcla de fibras de carbono, de vidrio o de carburo de silicio, en particular fibras de carbono.
- 10

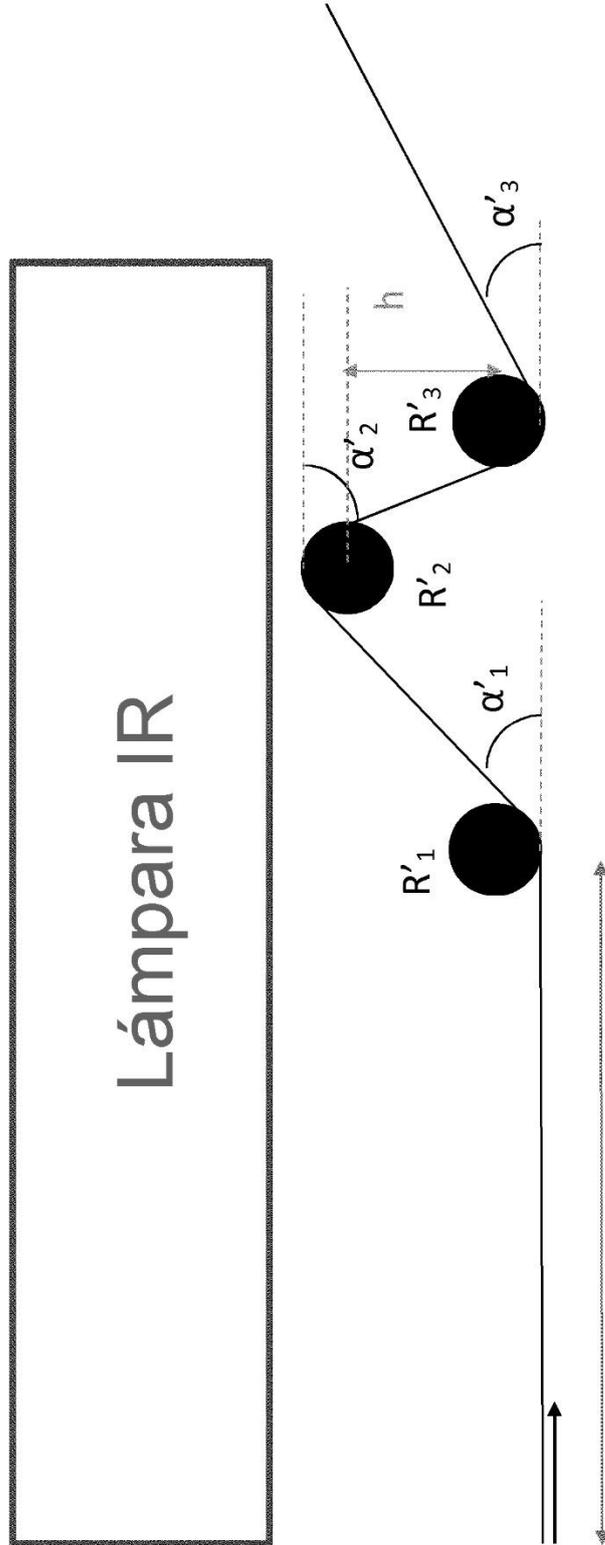


FIG.1

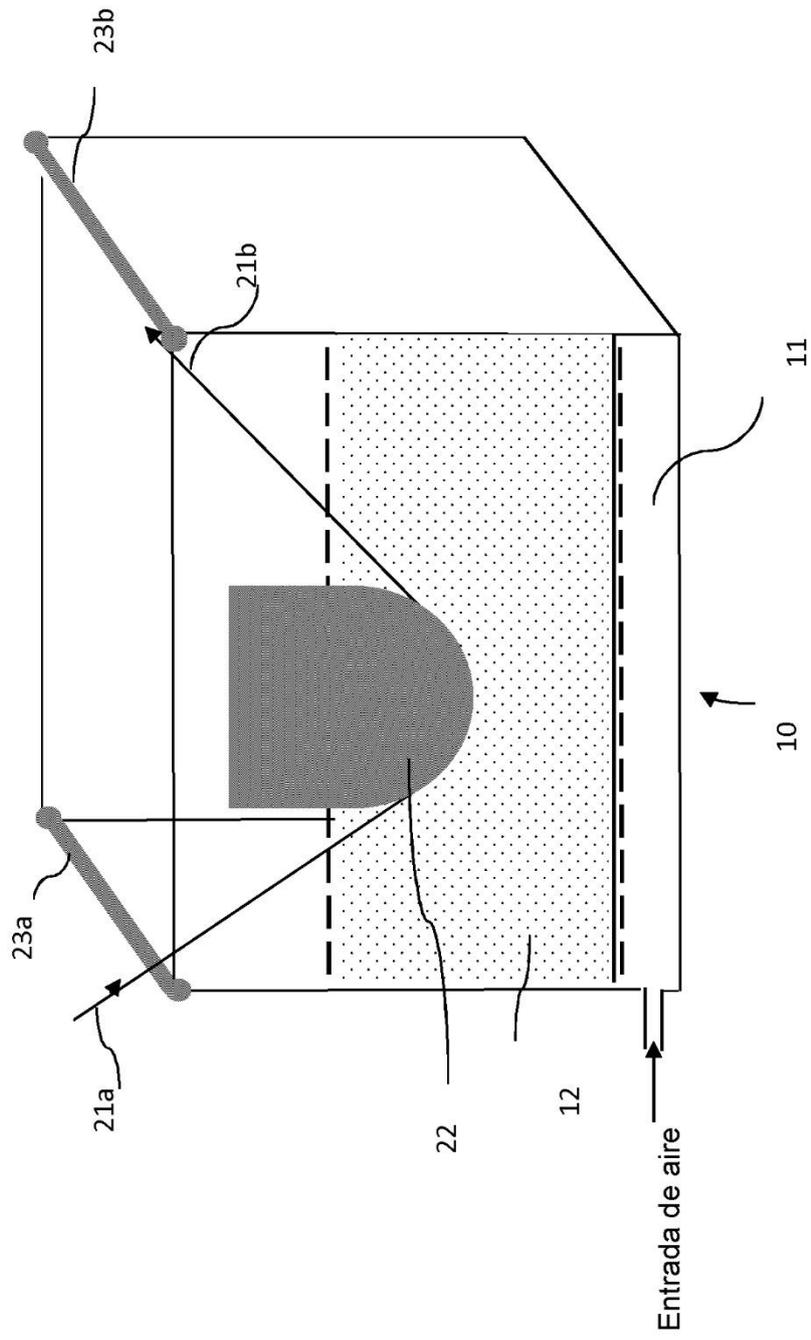


FIG.2

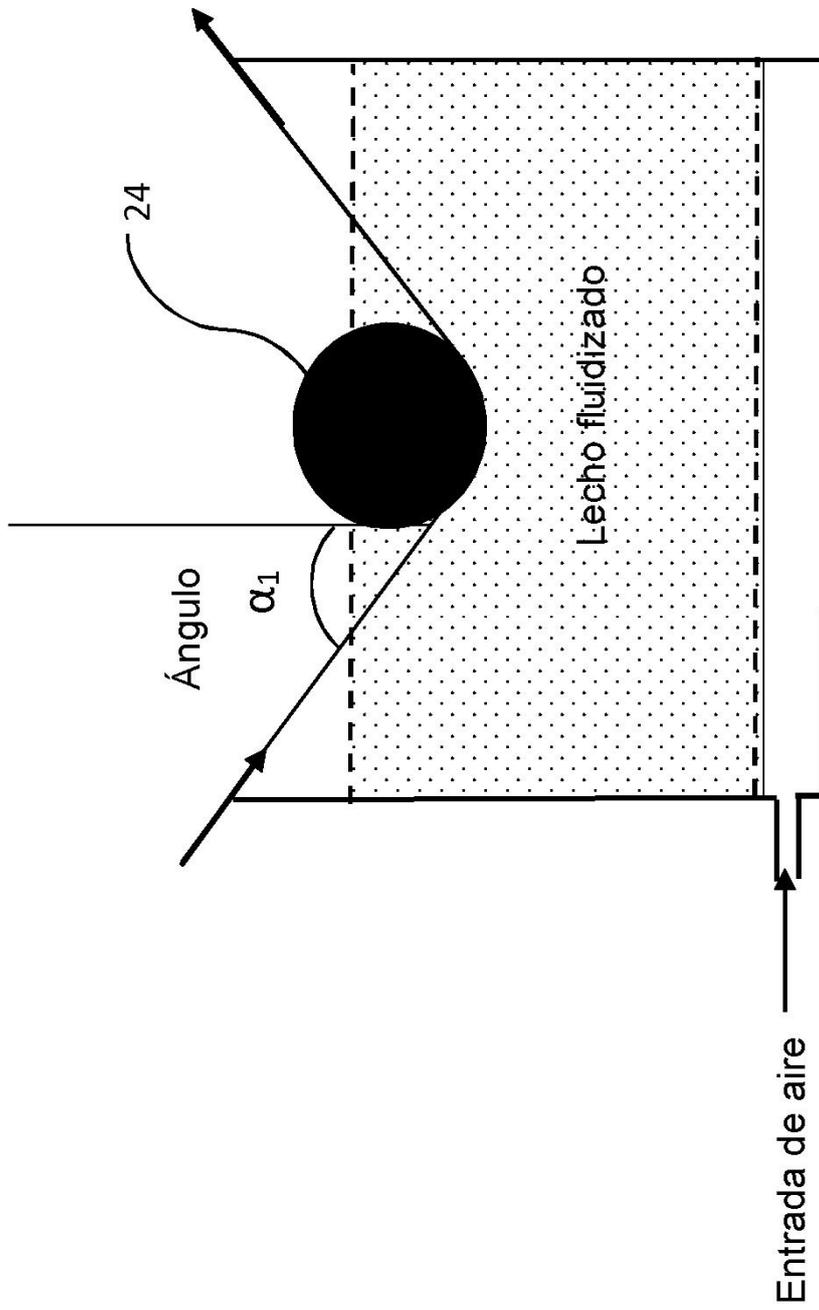


FIG.3

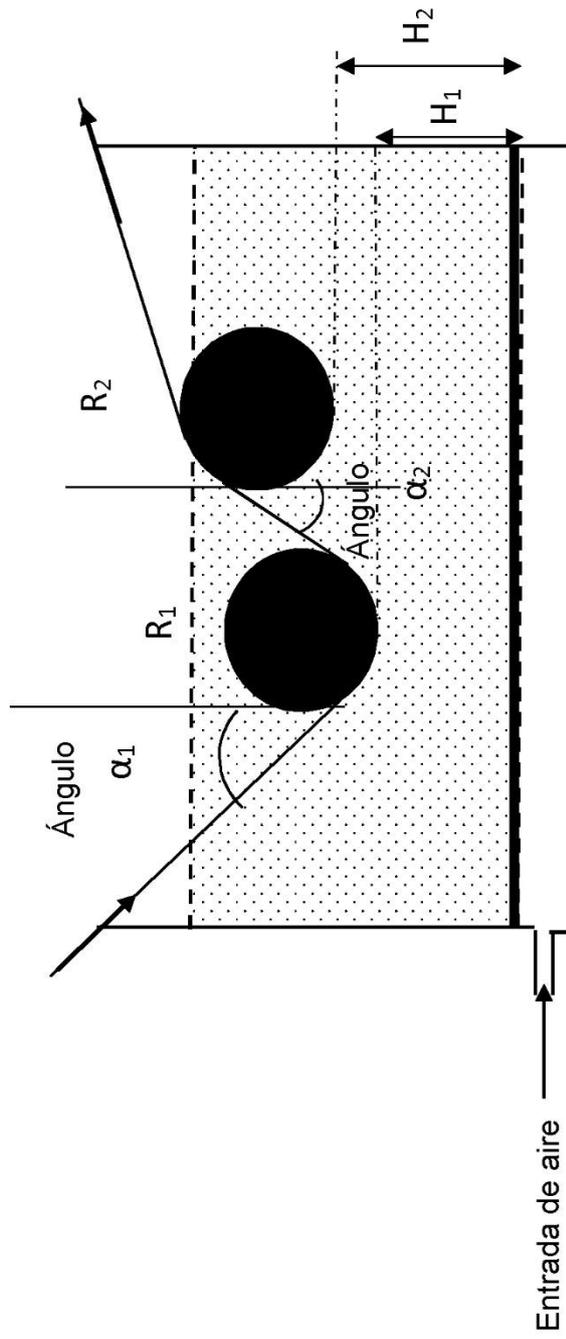
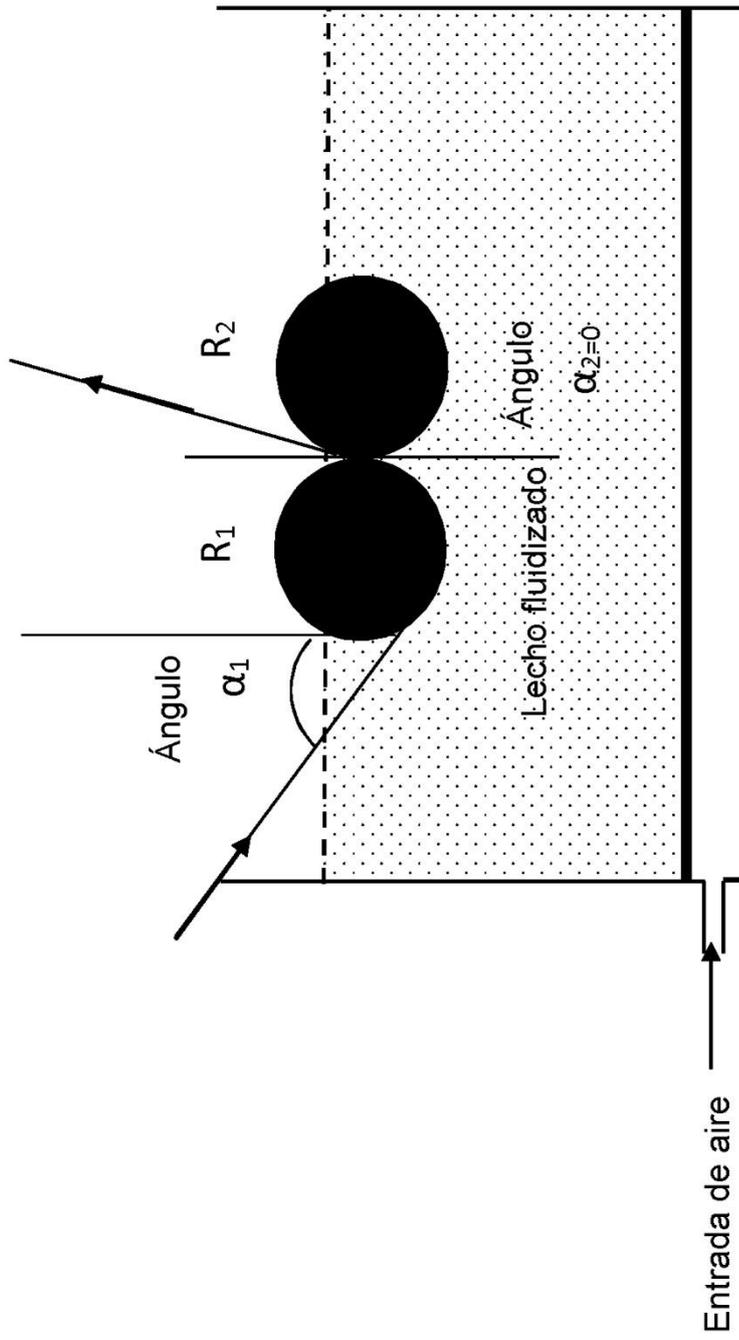
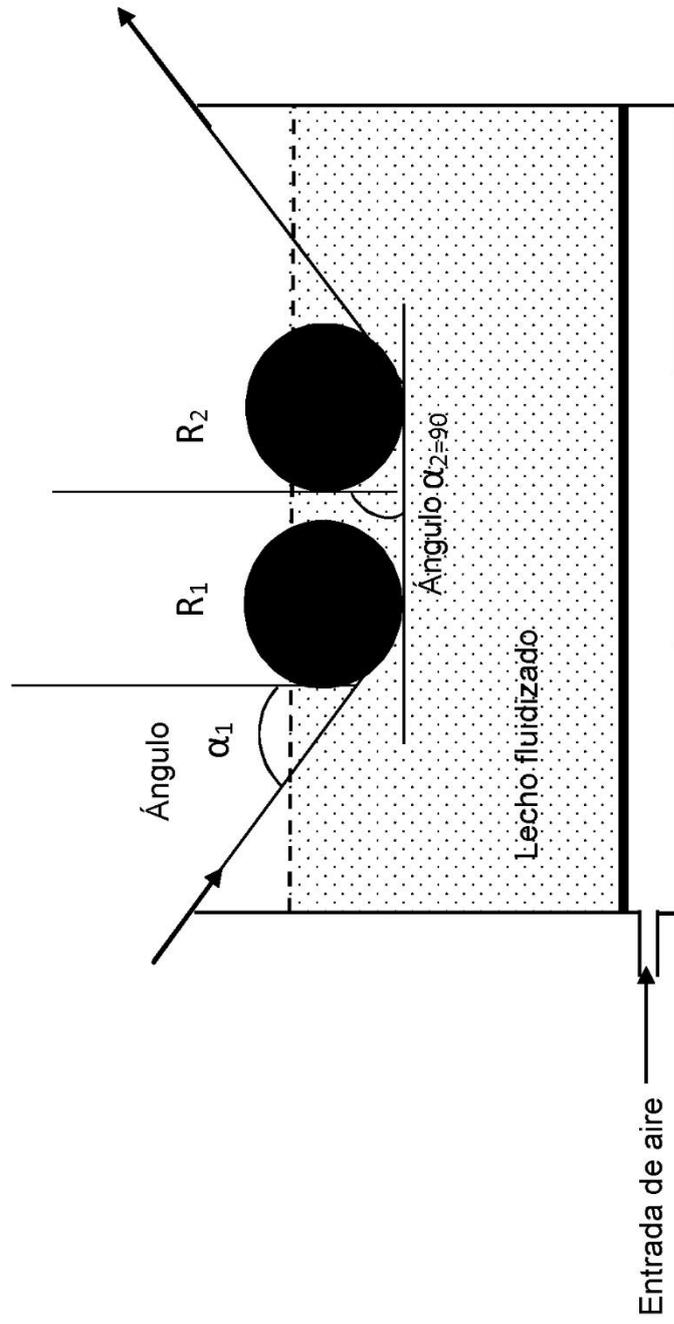


FIG.4



**FIG.5**



**FIG.6**

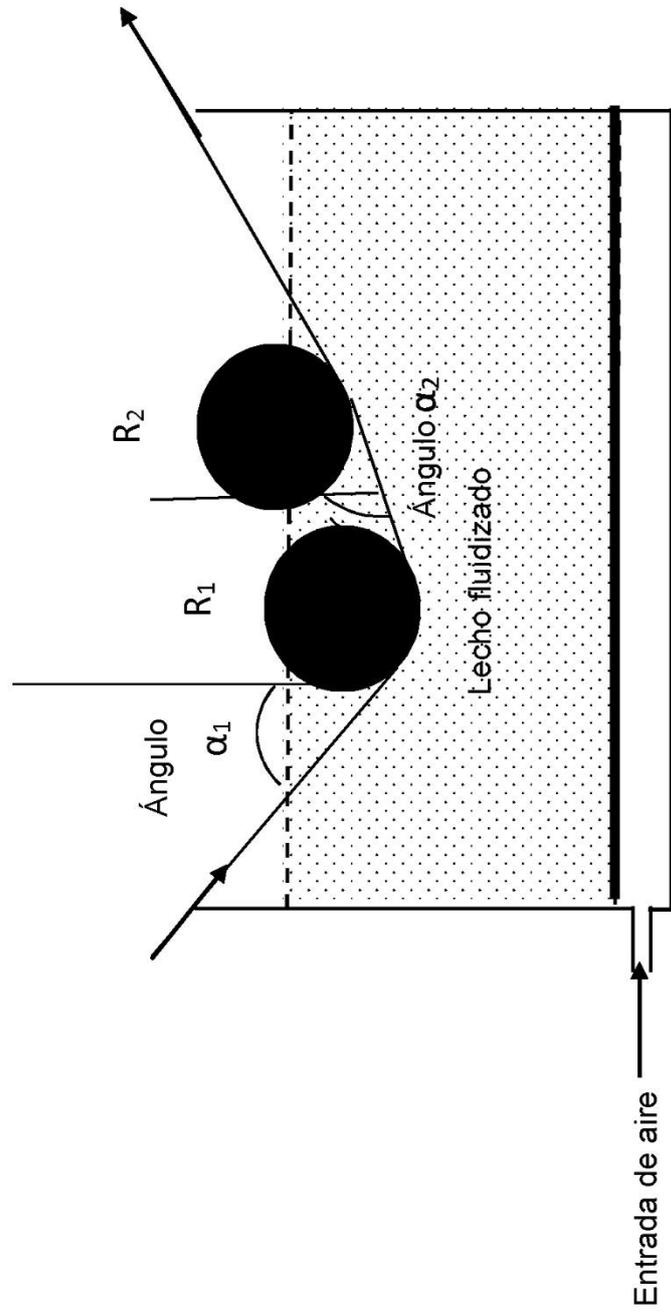


FIG.7

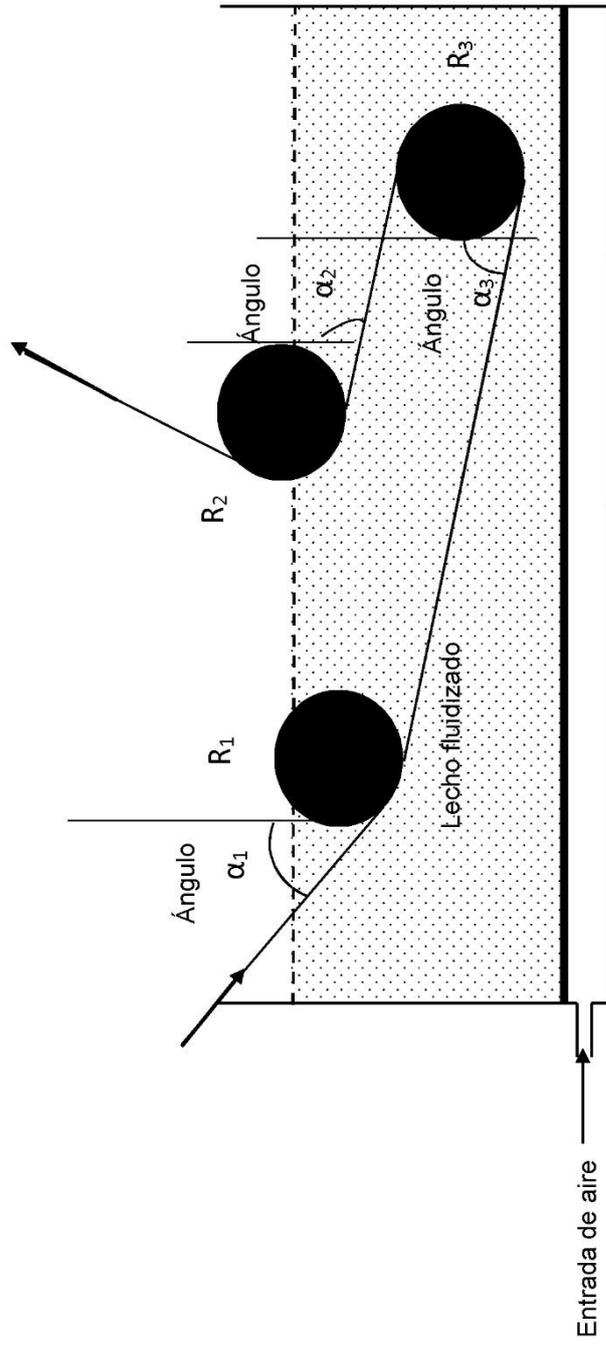
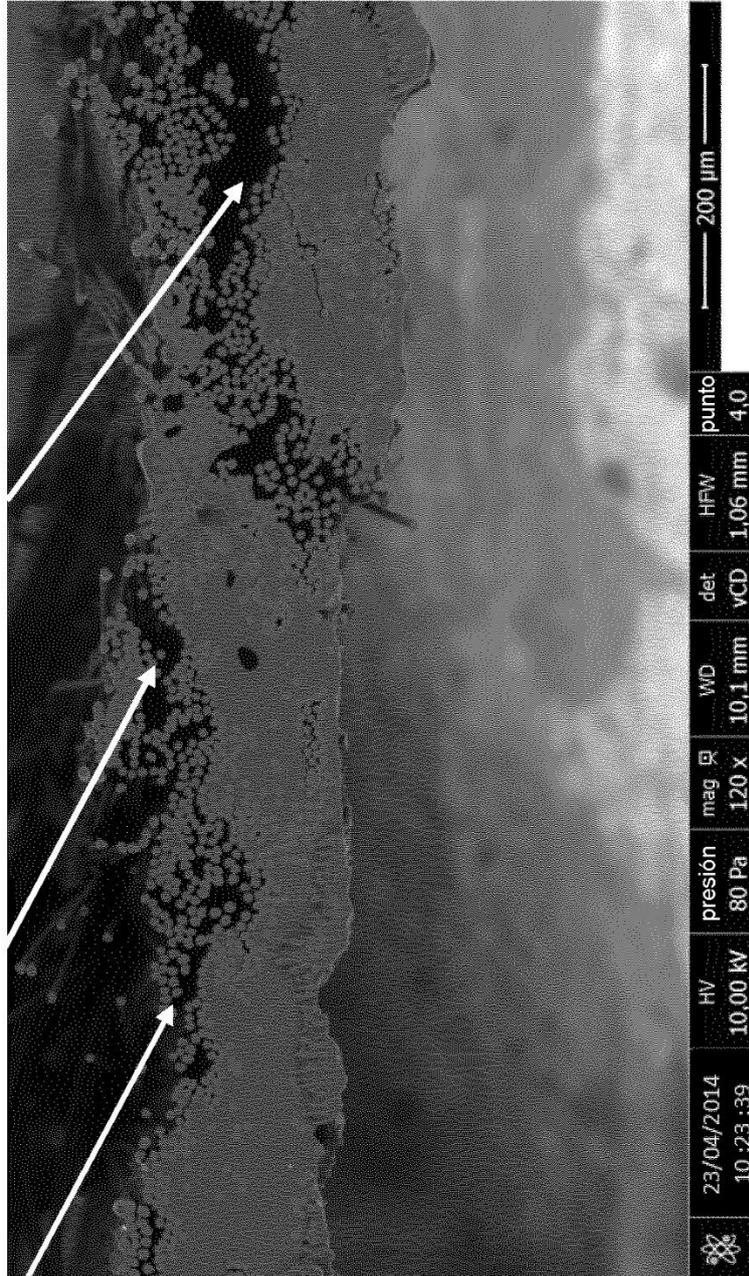


FIG.8



**FIG.9**

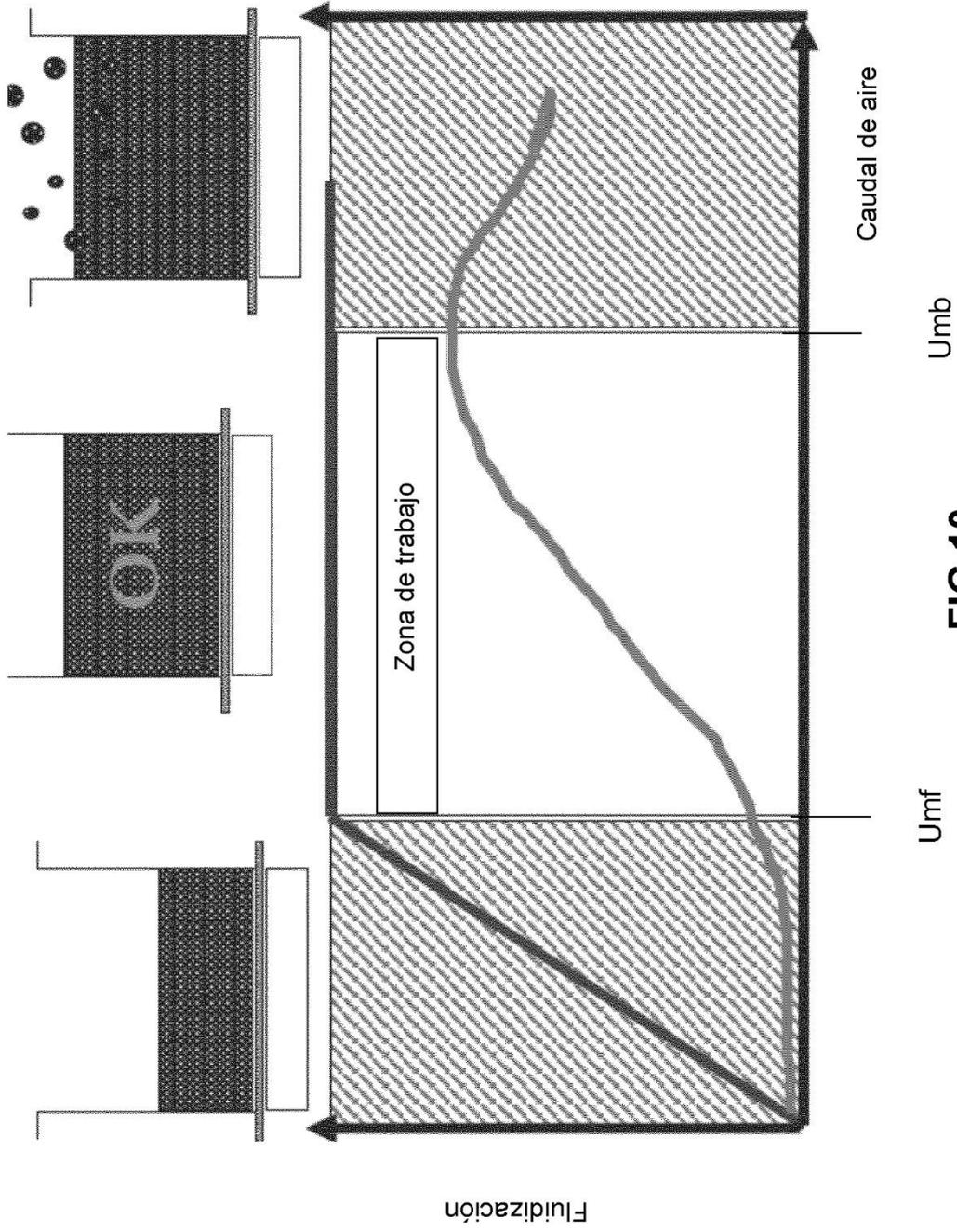


FIG.10

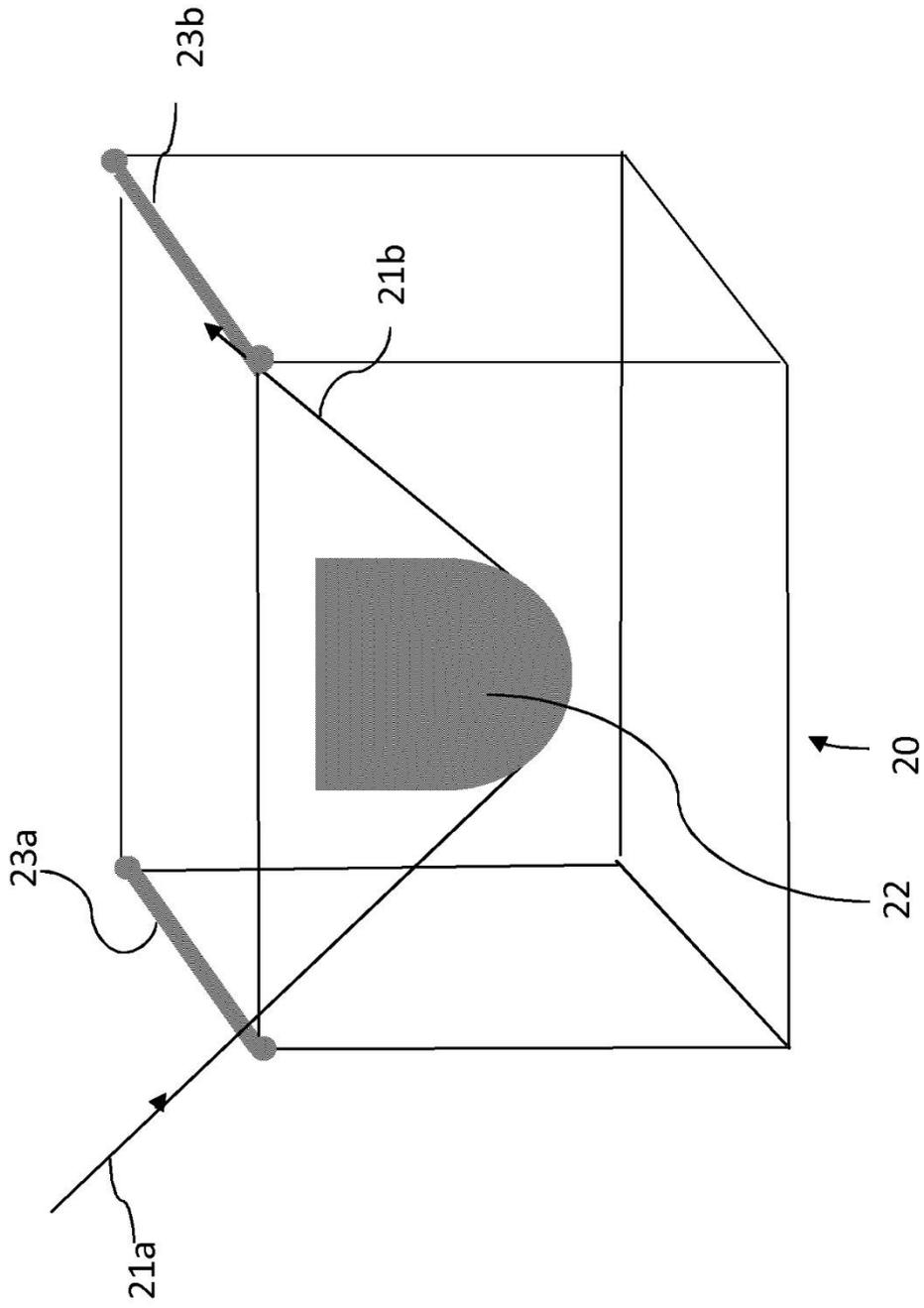


FIG.11

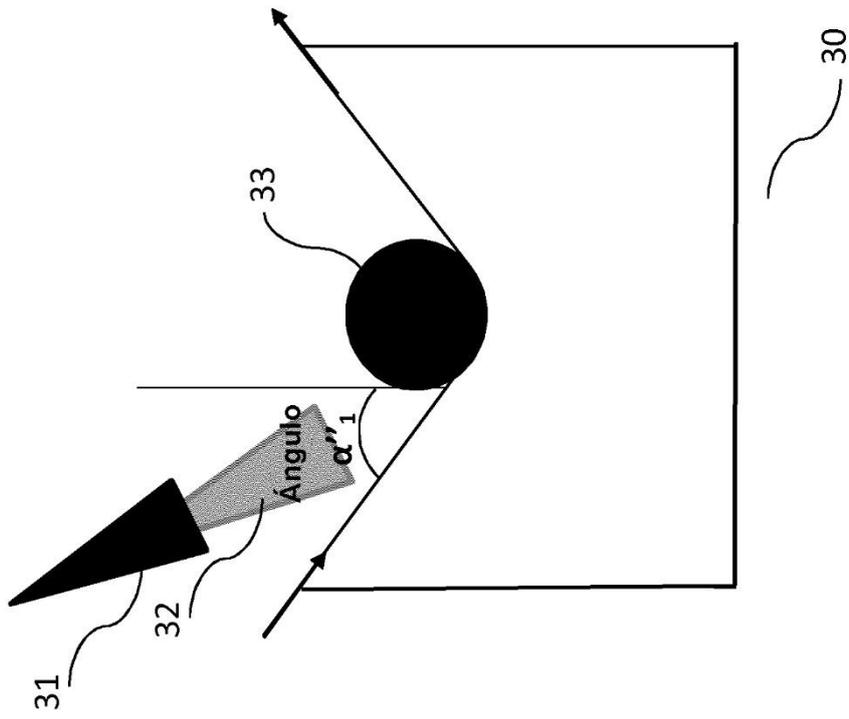


FIG.12

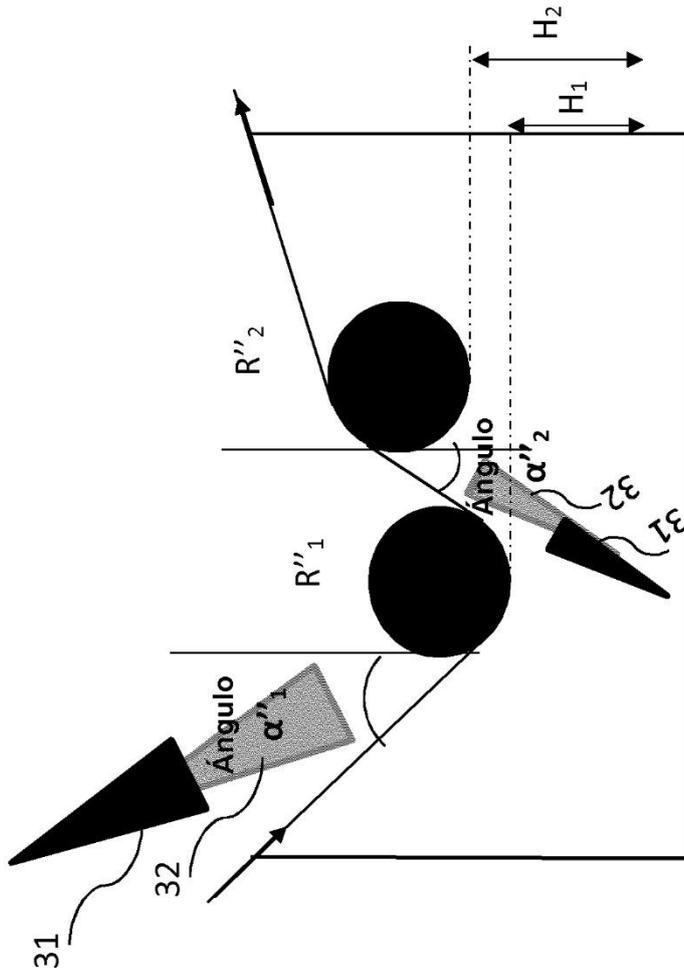


FIG.13

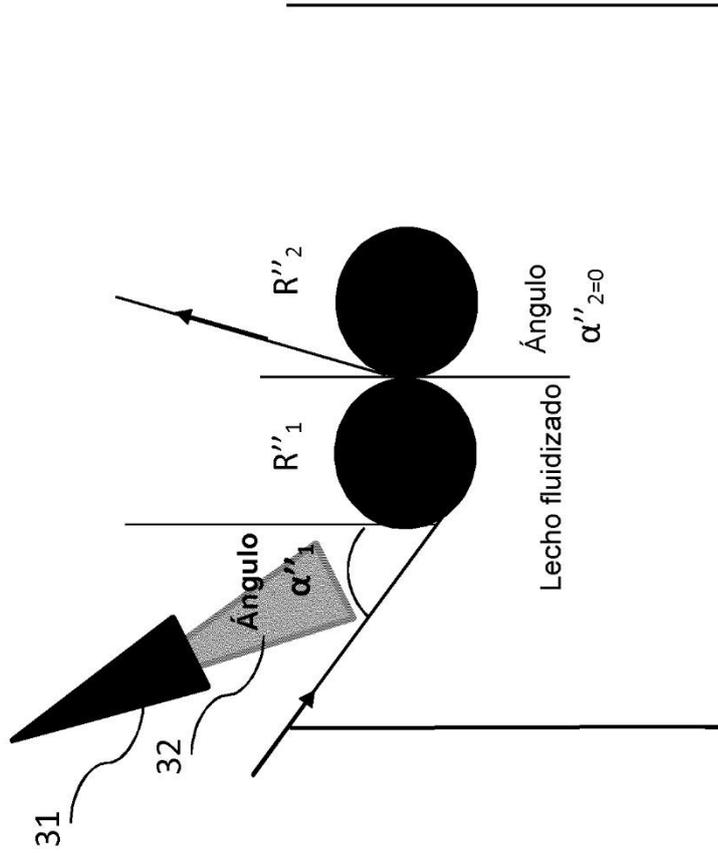


FIG.14

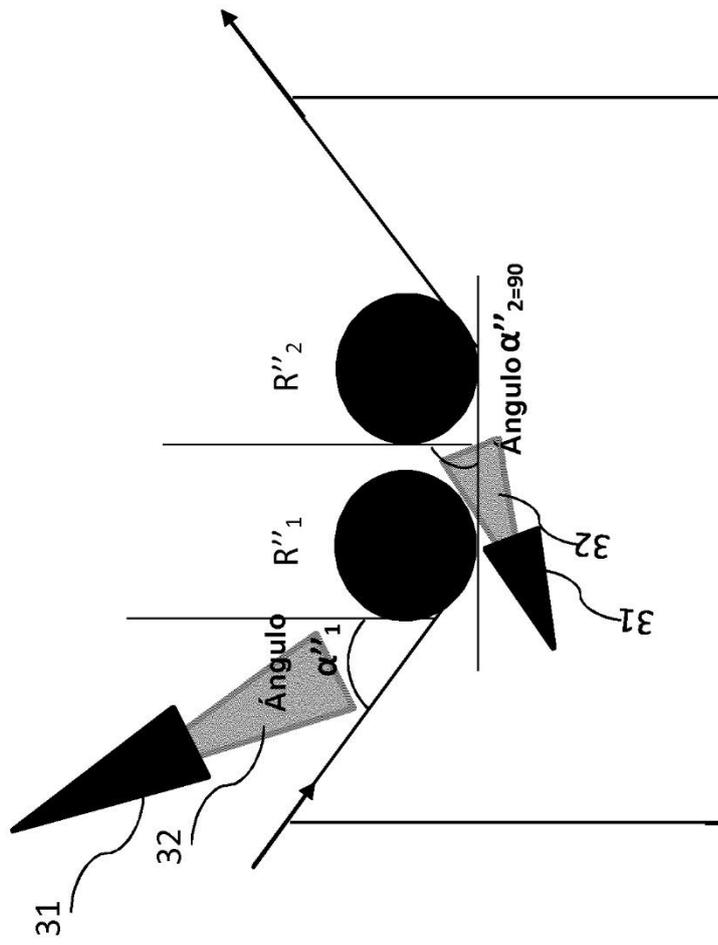


FIG.15

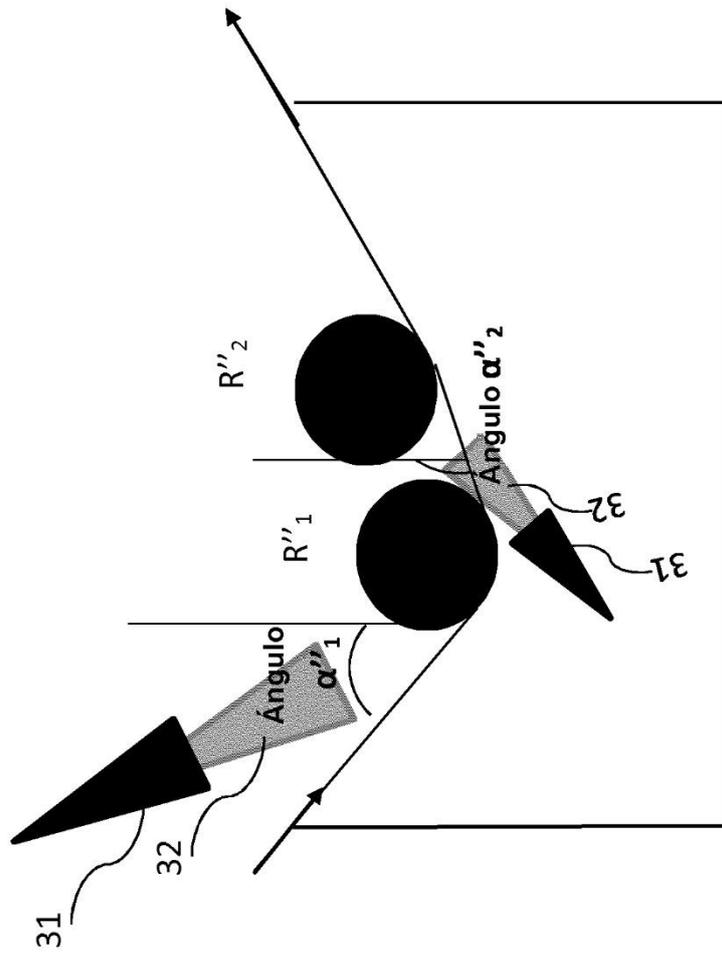


FIG.16

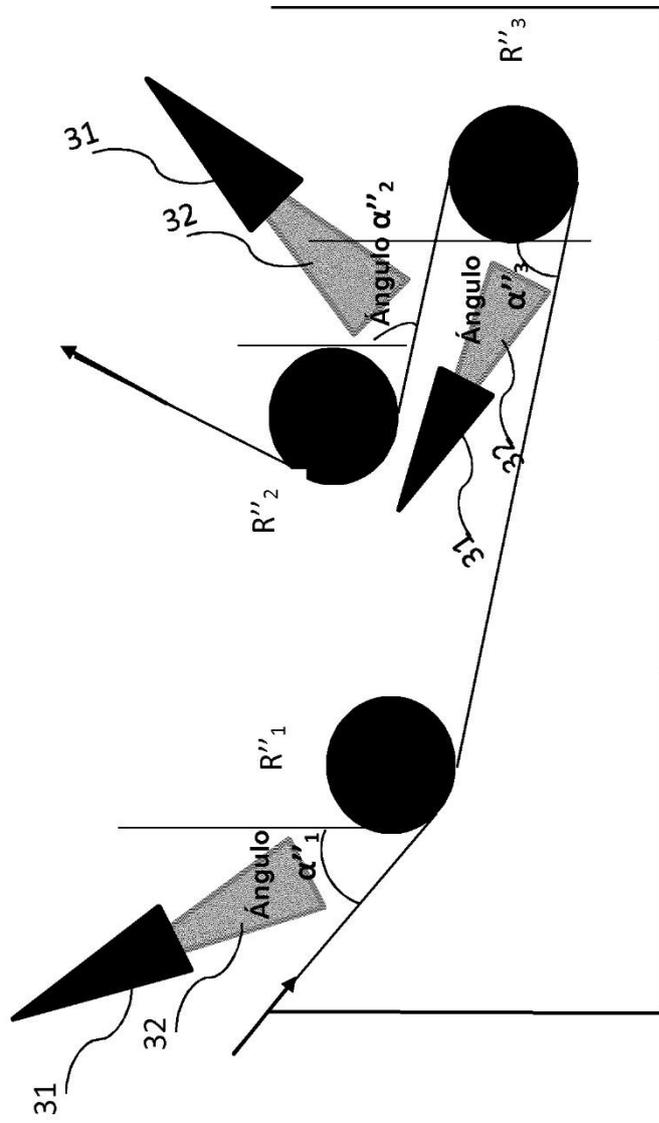
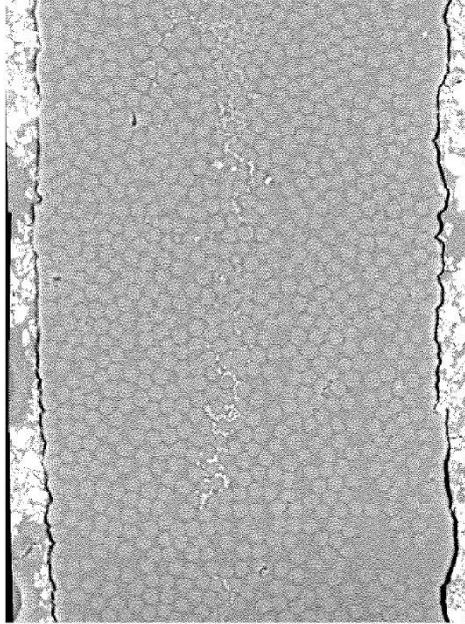
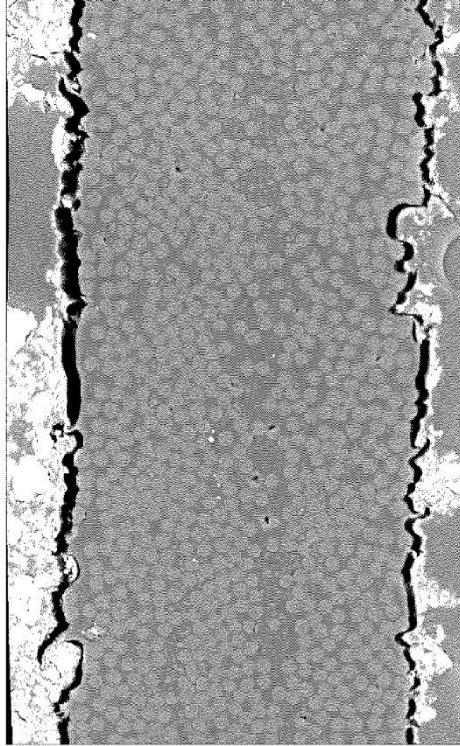


FIG.17



**FIG.18**



**FIG.19**