

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 640**

51 Int. Cl.:
B29C 70/54 (2006.01)
B29K 307/04 (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08805970 .4**
96 Fecha de presentación: **10.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2155476**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO EN EL QUE AL MENOS SE COLOCA UN HILO RETORCIDO Y EL MATERIAL COMPUESTO QUE SE OBTIENE DE ESTE MODO.**

30 Prioridad:
12.06.2007 FR 0755680
16.07.2007 FR 0756503

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.02.2012

73 Titular/es:
HEXCEL REINFORCEMENTS
ZI LA PLAINE
01120 DAGNEUX, FR

72 Inventor/es:
BERAUD, Jean-Marc y
BRUYERE, Alain

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 373 640 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 compuesto en el que al menos se coloca un hilo retorcido y el material compuesto que se obtiene de este modo

5 La presente invención se refiere al campo técnico de las preformas compuestas. La invención tiene por objeto un procedimiento de colocación de al menos un hilo especialmente adaptado para la formación de preformas del cual al menos una parte es curva, por ejemplo de tipo anular o elipsoidal. La invención encuentra aplicación, en particular, en el campo de las piezas compuestas que se utilizan en la industria automovilística, aeronáutica o naval.

10 La fabricación de piezas o de artículos compuestos, es decir, que comprenden, por una parte, uno o varios refuerzos fibrosos y, por otra parte, una matriz de resina de tipo termoplástico o termoendurecible o una mezcla de las dos, se puede realizar, por ejemplo, mediante un procedimiento denominado "directo" o mediante un procedimiento denominado "indirecto". Un procedimiento directo se define por el hecho de que uno o varios refuerzos fibrosos se utilizan en estado "seco" (es decir, sin la matriz final), la resina o matriz, de tipo termoplástico, termoendurecible o una mezcla de las dos, aplicándose de forma separada, por ejemplo, mediante inyección dentro del molde que contiene los refuerzos fibrosos (procedimiento "RTM", del inglés Resin Transfer Molding), mediante infusión (dentro de un molde, a través del grosor de los refuerzos fibrosos: procedimiento "LRI", del inglés Liquid Resin Infusion o procedimiento "RFI", del inglés Resin Film Infusion), e incluso mediante recubrimiento/impregnación manual con rodillo o con pincel, sobre cada una de las capas unitarias de refuerzo fibroso, aplicadas de manera sucesiva sobre la forma. Un procedimiento indirecto se define por el hecho de que previamente las fibras y la resina se asocian antes de aplicarse y los refuerzos fibrosos que se aplican se denominan preimpregnados.

25 Para los procedimientos RTM, LRI o RFI, es preciso, en primer lugar, fabricar una preforma fibrosa de la forma del artículo terminado deseado y a continuación impregnar esta preforma con un resina termoplástica, termoendurecible o con una mezcla de las dos. La resina se inyecta o se infunde mediante la diferencia de presiones y a continuación se termocomprime para provocar su endurecimiento después de la polimerización. En los refuerzos fibrosos adaptados a los procedimientos directos, los hilos de refuerzo están de manera general asociados para conferir un carácter unitario a la pieza, denominada entonces preforma, mediante un encolado con un aglomerante polimérico cuyo porcentaje en masa con respecto a la masa total del refuerzo fibroso (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico) varía de un 0,1 a un 25 % y, de manera ventajosa, de un 3 a un 10 %. En el caso de los preimpregnados adaptados a los procedimientos indirectos, el aglomerante representa, por su parte, de un 20 a un 50 %, de preferencia de un 30 a un 40 % de la masa total del refuerzo fibroso (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico).

35 Las piezas compuestas que se utilizan en la industria automovilística, aeronáutica o naval se ven sometidas en particular a unas exigencias muy estrictas, en términos de propiedades mecánicas.

40 Para las aplicaciones en el campo aeronáutico, aeroespacial, automovilístico, en particular, a veces es necesario disponer de preformas en las que al menos una parte esté destinada a formar el contorno de una abertura y presente, por ejemplo, una forma de tipo anular o elipsoidal, como es, por ejemplo, el caso para la formación de chasis, ventanillas, toberas, entradas de reactores, o cualquier tipo de elementos de refuerzo destinado a colocarse en el borde de una abertura o a servir de refuerzo de zonas agujereadas, como mandrinados, elementos de refuerzo de biela, marco de puerta, marco de ventanilla o de parabrisas, orificios de acceso... El documento EP 1 469 113 describe un procedimiento de este tipo.

50 En el campo de los compuestos, los hilos se componen de un conjunto de filamentos que se extiende prácticamente paralelos entre sí. Los hilos presentan, por lo tanto, una cierta anchura. Además, los inventores han comprobado que cuando, en una superficie de colocación, que puede ser plana o no plana, los hilos adoptan trayectorias no rectilíneas y, en particular, curvas, se observan unas ondulaciones, lo que implica una falta de homogeneidad del depósito. Los inventores han mostrado que estas ondulaciones se producían por el hecho de que los filamentos situados al nivel de las dos trayectorias de los extremos del hilo debían seguir unas trayectorias con longitudes diferentes. Las trayectorias de los extremos designan las dos trayectorias que sigue el hilo de ambos lados de su anchura, medida de manera paralela a su superficie de colocación.

55 La **figura 1** ilustra este fenómeno en el caso de un hilo colocado sobre una superficie plana de acuerdo con una trayectoria en arco. El hilo **F** presenta una anchura **1** medida de manera paralela a la superficie de colocación, La trayectoria **T** que sigue la fibra media (o filamento central) del hilo **F** es una porción de arco con un radio **R** en un ángulo θ . Parece, por lo tanto, que la longitud de la trayectoria que debe seguir el hilo no es la misma en toda su anchura **l**, las trayectorias de los extremos **T₁** y **T₂** presentado unas longitudes diferentes.

60 En efecto, en el exterior del arco, la trayectoria **T₂**, denominada externa o máxima, es un arco con un radio **R₂** y en el interior del arco, la trayectoria **T₁**, denominada interna o mínima, es un arco con un radio **R₁**. La trayectoria **T₁** presenta, por lo tanto, una longitud **L₁** igual a θR_1 y la trayectoria **T₂** una longitud **L₂** igual a θR_2 , **L₂** siendo superior a **L₁**. En consecuencia, al nivel de la trayectoria interna **T₁**, los filamentos, que no presentan ninguna elasticidad, tienen una longitud **L'₁**, que es de hecho igual a la longitud **L₂**, superior a su trayectoria, lo que implica un fenómeno de

ondulación debido a la presencia de partes de los filamentos fuera o dentro del plano de colocación. Este tipo de irregularidades pueden presentar puntos de debilidad prematuros durante esfuerzos mecánicos y, por lo tanto, implicar una reducción de las prestaciones mecánicas de la pieza que se obtiene.

5 En este contexto, la presente invención se propone aportar un procedimiento de colocación mejorado que permite resolver estos inconvenientes. La invención se refiere, por lo tanto, a un procedimiento de fabricación de un material compuesto en el que al menos un hilo de refuerzo se coloca sobre una superficie, de acuerdo con una trayectoria de colocación que presenta al menos una zona curva, en el que el hilo de refuerzo está unido a la superficie por medio de un aglomerante polimérico, que se caracteriza porque se aplica una torsión al hilo de refuerzo, antes de su
10 colocación, de tal modo que al menos se compensen las diferencias de longitud que presentan las trayectorias de los extremos del hilo a ambos lados de su anchura, medida de manera paralela a la superficie de colocación.

El procedimiento de acuerdo con la invención presenta una u otra de las siguientes características o una combinación de estas características cuando estas no se excluyen entre sí:

- 15
- el hilo de refuerzo está seco antes de su colocación;
 - se aplica una torsión de entre 5 y 100 v/m, de preferencia de entre 10 y 80 v/m, al hilo de refuerzo retorcido colocado;
 - 20 - el material compuesto se realiza mediante la colocación de un único hilo que presenta una torsión prácticamente idéntica en toda su longitud o de una serie de hilos que presentan, entre sí y en toda su longitud, una torsión prácticamente idéntica;
 - se coloca un hilo de carbono de 3K y de 200 tex que presenta una torsión de entre 10 y 70 v/m, de manera preferente de entre 15 y 40 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la
25 trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 30 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 30 v/m;
 - se coloca un hilo de carbono de 6 K y de 223 tex que presenta una torsión de entre 15 y 80 v/m, de manera preferente de entre 40 y 70 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la
30 trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 40 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 40 v/m;
 - se coloca un hilo de carbono de 6 K y de 400 tex que presenta una torsión de entre 15 y 80 v/m, de manera preferente de entre 40 y 60 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la
35 trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 40 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 40 v/m;
 - se coloca un hilo de carbono de 12 K y de 446 tex que presenta una torsión de entre 10 y 80 v/m, de manera preferente de entre 10 y 60 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a
40 40 v/m, y en particular inferior o igual a 60 v/m, y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 40 v/m, en particular de entre 10 y 40 v/m;
 - se coloca un hilo de carbono de 24 K y de 1.040 tex que presenta una torsión de entre 10 y 40 v/m, de manera preferente de entre 10 y 25 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 20 a 150 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 20 a 40 mm la torsión será superior a
45 20 v/m, y cuando el radio interno sea superior a 40 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 20 v/m;
 - la torsión del hilo colocado es o bien de tipo S, o bien de tipo Z, de manera preferente de tipo S cuando la colocación se realiza sobre la zona curva de la trayectoria, en el sentido de las agujas del reloj;
 - 50 - la superficie sobre la que se coloca el hilo de refuerzo está formada por unos hilos de refuerzo colocados durante una etapa de colocación anterior;
 - la superficie sobre la que se coloca el hilo de refuerzo es un soporte temporal, eventualmente recubierto de un aglomerante polimérico;
 - el aglomerante polimérico se aplica, de manera previa o al mismo tiempo que se coloca el hilo de refuerzo, sobre la superficie;
 - 55 - el hilo de refuerzo se asocia, antes de su colocación, al aglomerante polimérico que garantiza su unión con la superficie sobre la que se coloca;
 - el hilo de refuerzo es de un material seleccionado entre los materiales siguientes: carbono, vidrio, aramida, sílice, cerámica, basalto y sus mezclas;
 - 60 - el aglomerante polimérico comprende un sistema termoendurecible, un polímero termoplástico o una mezcla de dichos polímeros, eventualmente en forma de polvo, una resina autoadhesiva o hot-melt;
 - el porcentaje en masa de aglomerante polimérico con respecto a la masa total del material compuesto (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico) está comprendido en el intervalo que va de un 0,1 a un 25 %, y de manera ventajosa de un 3 a un 10 %, para las preformas adaptadas para los procedimientos
65 directos;

- el material compuesto es una preforma preimpregnada (procedimiento indirecto), el porcentaje en masa de aglomerante polimérico con respecto a la masa total del material compuesto (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico) está comprendido en el intervalo que va de un 20 a un 60 %, y de manera ventajosa de un 30 a un 40 %.

5 La presente invención también tiene por objeto los materiales compuestos que se pueden obtener mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.

10 En particular, la invención también se refiere a un material compuesto que comprende al menos un hilo de refuerzo colocado sobre una superficie, de acuerdo con una trayectoria que presenta al menos una zona curva sobre la superficie de colocación, en el que el hilo de refuerzo está unido a la superficie por medio de un aglomerante polimérico, que se caracteriza porque el hilo de refuerzo está retorcido, de tal modo que al menos se compensen las diferencias de longitud que presentan las trayectorias de los extremos del hilo a ambos lados de su anchura medida de manera paralela a la superficie de colocación.

15 De manera ventajosa, un material compuesto de este tipo está formado solo por un único hilo o por una serie de hilos que presentan, todos, prácticamente la misma composición, anchura y torsión.

20 De acuerdo con unos modos de realización particulares, el material compuesto se realiza a partir:

- de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 3 K y de 200 tex que presentan una torsión de entre 10 y 70 v/m, de manera preferente de entre 15 y 40 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 30 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 30 v/m;
- de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 6 K y de 223 tex que presentan una torsión de entre 20 y 80 v/m, de manera preferente de entre 50 y 70 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 40 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 40 v/m;
- de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 6 K y de 400 tex que presentan una torsión de entre 20 y 60 v/m, de manera preferente de entre 40 y 60 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 40 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 40 v/m;
- de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 12 K y de 446 tex que presentan una torsión de entre 10 y 80 v/m, de manera preferente de entre 10 y 60 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 50 mm, la torsión será superior a 40 v/m y en particular inferior o igual a 60 v/m y cuando el radio interno sea superior a 50 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 40 v/m, en particular de entre 10 y 40 v/m;
- de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 24 K y de 1.040 tex que presentan una torsión de entre 10 y 40 v/m, de manera preferente de entre 10 y 25 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 20 a 150 mm. En particular, cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 20 a 40 mm, la torsión será superior a 20 v/m y cuando el radio interno sea superior a 40 mm, la torsión podrá ser inferior o igual a 20 v/m.

La siguiente descripción, en referencia a las figuras que se anexan, permite entender mejor la invención:

55 La **figura 1** presenta de manera esquemática el fenómeno de ondulación observado en el caso de la colocación de un hilo no retorcido sobre una superficie, de acuerdo con una trayectoria sobre una superficie de colocación, dicha trayectoria presentando al menos una zona curva sobre la superficie de colocación.

La **figura 2B** es la foto de un pliegue de una manta de hilos retorcidos, la **figura 2A** siendo una foto de un pliegue similar en el caso de hilos no retorcidos.

60 Las **figuras 3 y 4** representan unas vistas esquemáticas desde arriba de pliegues de manta de hilos retorcidos.

Las **figuras 5 y 7** son unas fotografías de materiales compuestos de acuerdo con la invención, con la forma de un disco, similar a la que se presenta en la **figura 4**.

La **figura 6** representa de manera esquemática un dispositivo de colocación de una manta de hilos retorcidos.

65

De acuerdo con otro modo de realización particular, este material compuesto se realiza a partir de un solo hilo o de una serie de hilos de refuerzo cuya torsión es o bien de tipo S, o bien de tipo Z, de manera preferente de tipo S cuando la colocación se realiza sobre la zona curva de la trayectoria, en el sentido de las agujas de reloj. Para las definiciones de lo que se entiende por torsión de tipo S o Z, se podrá hacer referencia a la obra « Handbook of Weaving », pp. 16-17, de Sabit Adanur, Professor, department of Textil Engineering, Auburn, USA, ISBN 1-58716-013-7.

En particular, este material compuesto se compone de un único hilo retorcido colocado ajustado de acuerdo con unas trayectorias prácticamente paralelas entre sí (con la excepción de los puntos cuspidales) o de una serie de hilos retorcidos colocados prácticamente de manera paralela entre sí y de forma ajustada. En función de las posibilidades que permiten el gramaje, el calibre y la torsión de los hilos que se utilizan, los hilos se colocan para minimizar, e incluso evitar la presencia de espacios entre dos hilos vecinos. Un ejemplo de realización de este tipo se ilustra, por ejemplo, de manera esquemática, en la **figura 3**. De acuerdo con un ejemplo de realización, un hilo se coloca de tal modo que forme una espiral de hilos retorcidos, cada espira colocándose pegada a la siguiente. Un ejemplo de realización de este tipo se ilustra, por ejemplo, de manera esquemática, en la **figura 4**. Este tipo de materiales compuestos se pueden obtener mediante la colocación de hilos retorcidos sobre una superficie no plana, o de preferencia, sobre una superficie plana.

En el marco de la invención, se utiliza un hilo al que se le aplica una torsión, es decir, un giro relativo de los bordes externos del hilo, alrededor de su fibra central, de tal modo que estos describan una trayectoria en hélice, es decir que la tangente en cada punto forme un ángulo prácticamente constante con una dirección dada. Cada hilo se retuerce de manera individual. De este modo, cuando el hilo adopta una trayectoria que presenta al menos una zona curva sobre la superficie de colocación (que puede ser plana o no plana), la torsión que se aplica al hilo permite compensar el hecho de que las dos trayectorias de los extremos del hilo presenten unas longitudes diferentes. Las trayectorias de los extremos designan las dos trayectorias que sigue el hilo a ambos lados de su anchura, medida de manera paralela a su superficie de colocación. En la zona curva, el eje de rotación de la trayectoria de un hilo sobre la superficie de colocación es normal en el plano tangente a la superficie de colocación. La aplicación de una torsión permite evitar las ondulaciones constatadas con la colocación de hilo no retorcido, y esto a la escala de los filamentos que forman el hilo o de cada hilo, cuando el material se realiza utilizando varios hilos. De manera ventajosa, el material compuesto se realiza con un único hilo que presenta una torsión prácticamente idéntica en toda su longitud o con una serie de hilos que presentan, entre sí y en toda su longitud, una torsión prácticamente idéntica. La **figura 2** presenta dos fotos: la **figura 2A** presenta una preforma que se obtiene mediante la colocación de hilos no retorcidos, mientras que la **figura 2B** presenta una preforma que se obtiene mediante la colocación de hilos retorcidos. En el segundo caso, la preforma que se obtiene es más homogénea y sin ondulaciones, dado que la torsión permite obtener una homogeneidad de la longitud de los filamentos en el interior del hilo.

En efecto, un hilo está formado de manera general por un conjunto de hilos o filamentos y consta, por lo general, en el caso de los hilos de carbono, de entre 3.000 y 80.000 filamentos, de manera ventajosa de entre 12.000 y 24.000 filamentos. Los hilos de refuerzo que se utilizan en el marco de la invención son, de preferencia, de un material seleccionado entre el carbono, las cerámicas, vidrios, silices, basaltos o aramiditas, o de cualquier otro material que se utilice en el campo de los materiales compuestos, las fibras pudiendo ser naturales o sintéticas. No obstante, se prefiere de manera particular el carbono. Las cerámicas que se pueden utilizar son, en particular, el carburo de silicio y los óxidos refractarios, por ejemplo, alúmina y zirconio. De manera especialmente preferente, en el marco de la invención, se utilizan hilos de carbono de entre 3 y 24 K. Las fibras que los componen pueden ser discontinuas, craqueadas o, de preferencia, continuas. Los hilos que se utilizan presentan de manera general una sección recta transversal prácticamente circular (conocidos como hilos redondos) o, de preferencia, prácticamente paralelepípedica o elíptica (conocidos como hilos planos). Estos hilos presentan una cierta anchura y grosor. A título de ejemplo, un hilo plano, es decir, antes de la aplicación de la torsión, de carbono de 3 K y de un calibre de entre 200 tex y un calibre de 446 tex, una anchura de entre 2 y 5 mm; un hilo plano de 12 K de un calibre de 800 tex, una anchura de entre 3 y 7 mm; un hilo plano de 24 K y de un calibre de 1.600 tex, una anchura de entre 5 y 12 mm; y un hilo plano de carbono de 24 K y de un calibre de 1.040 tex, una anchura de entre 5 y 10 mm. Un hilo plano de carbono de entre 3.000 y 24.000 filamentos presentará, por lo tanto, la mayoría de las veces, una anchura de entre 1 y 12 mm. Entre los hilos de carbono, se pueden distinguir los hilos de alta resistencia (HR) cuyo módulo en tracción está comprendido entre 220 y 241 GPa y cuya resistencia a la rotura en tracción está comprendida entre 3.450 y 4.830 MPa; los hilos de módulo intermedio (IM) cuyo módulo en tracción está comprendido entre 290 y 297 GPa y cuya resistencia a la rotura en tracción está comprendida entre 3.450 y 6.200 MPa; y los hilos de alto módulo (HM) cuyo módulo en tracción está comprendido entre 345 y 448 GPa y cuya resistencia a la rotura en tracción está comprendida entre 3.450 y 5.520 MPa (según el « ASM Handbook », ISBN 0-87170-703-9, ASM International, 2001).

En el sentido de la invención, se aplica una torsión determinada al hilo antes de su colocación. Una torsión de este tipo se puede realizar, por ejemplo, por medio de una máquina de retorcer. En teoría, para evitar los excesos de longitud de los filamentos, bastará con aplicar una torsión de 1 vuelta que se reparte por toda la longitud de la trayectoria sobre la que el hilo presenta unas trayectorias diferentes de los extremos. En la práctica, el encolado del hilo y la reorganización de los filamentos en el interior de este durante su colocación, permite aplicar una torsión distinta a una vuelta por longitud de trayectoria.

- A título de ejemplo, se podrá aplicar una torsión de entre 5 y 100 v/m, de preferencia de entre 10 y 80 v/m. A título de ejemplo específico, en el caso de un hilo de carbono de 3K y de calibre de 200 tex, se aplicará una torsión de entre 10 y 70 v/m, de manera preferente de entre 15 y 40 v/m; en el caso de un hilo de carbono de 6 K y de 223 tex, se aplicará una torsión de entre 15 y 80 v/m, de manera preferente de entre 50 y 70 v/m; en el caso de un hilo de carbono de 6 K y de 400 tex, se aplicará una torsión de entre 15 y 80 v/m, de manera preferente de entre 40 y 60 v/m; en el caso de un hilo de carbono de 12 K y de 446 tex, se aplicará una torsión de entre 10 y 80 v/m, de manera preferente de entre 10 y 60; y, en el caso de un hilo de carbono de 24 K y de 1.040 tex se aplicará una torsión de entre 10 y 40 v/m, de manera preferente de entre 10 y 25 v/m.
- 10 La anchura y el calibre del hilo corresponden, o bien a los datos del proveedor, o bien, de preferencia, a la anchura media calculada o medida del hilo. El radio mínimo de la trayectoria interna del hilo se determina de la siguiente manera. Se calcula en toda la trayectoria del hilo, para cada zona en las que la trayectoria sobre la superficie de colocación no es rectilínea, el radio de la trayectoria interna T_1 del hilo y se toma el radio más pequeño obtenido en el conjunto de estas zonas. Cuando una serie de hilos paralelos entre sí se colocan, de manera simultánea o sucesiva, se aplicará, de preferencia, a cada uno de los hilos una única e igual torsión.
- 15 La torsión que se aplica la ajustará el experto en la materia en función del radio mínimo interno (el radio más pequeño que adoptan los bordes internos del hilo) y del radio máximo externo (el radio más grande que adoptan los bordes externos del hilo) que presenta el o los hilos en el conjunto del material compuesto que hay que realizar, de los espacios que se dejan libres entre dos hilos consecutivos, así como del calibre del hilo y de la densidad de carbono deseada. De manera preferente, se aplicará una torsión suficiente para minimizar, e incluso eliminar por completo las ondulaciones, pero la menor posible con el fin de optimizar las prestaciones mecánicas del material que se obtiene.
- 20 De manera preferente, el material se realiza con el mínimo de hilos necesarios para minimizar los puntos de interrupción. Cuando varios hilos se colocan paralelos entre sí, de manera simultánea o sucesiva, se aplicará, de preferencia, la misma torsión a todos los hilos que forman el material compuesto. Para determinar la torsión que hay que aplicar, se aplicará, de manera preferente, al conjunto de los hilos, la torsión necesaria para tener un depósito satisfactorio al nivel de la trayectoria del hilo que presenta el radio de curvatura interno mínimo, esta torsión siendo necesariamente suficiente para obtener un depósito sin ondulación en las partes de la trayectoria en la que el hilo (o los demás hilos) presenta un radio de curvatura interno superior. Se prestará una atención especial a la ausencia de espacios libres entre los hilos y, en particular, a las zonas próximas a su radio externo máximo.
- 25 La unión de los hilos sobre la superficie de colocación se realiza mediante encolado, por medio de un aglomerante polimérico. No se realiza ninguna unión mediante costura o tricotado. Por aglomerante polimérico, se entiende una composición polimérica que contiene un polímero o una mezcla de polímeros, en particular un polímero termoplástico o un sistema termoendurecible que comprende o no un endurecedor y/o un acelerador. El aglomerante polimérico se puede utilizar o bien en la cantidad justa suficiente para unir los hilos a la superficie sobre la que se colocan, o bien en la cantidad suficiente para desempeñar también la función de matriz en el compuesto final: el aglomerante representa, entonces, entre un 20 y un 60 %, de preferencia, entre un 30 y un 40 % de la masa total del refuerzo fibroso (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico). El aglomerante polimérico se puede presentar, en particular, en forma de un polvo, de una película, de un velo o de un hilo de unión termofusible.
- 30 De acuerdo con un modo de realización preferente de la invención, los hilos que se utilizan, en el marco de la invención, pueden estar secos antes de la colocación, es decir que no están ni impregnados, ni revestidos, ni asociados a ningún aglomerante polimérico antes de su paso por los dispositivos de torsión, ni, de preferencia, antes de su colocación. En efecto, de manera ventajosa, con el fin de controlar mejor la colocación del hilo, esta se aplicará sobre un hilo seco. Además, el hilo retorcido está formado esencialmente por fibras o filamentos que representan al menos un 98 % de su masa, el índice másico de ensimaje estándar pudiendo representar como mucho un 2 % de la masa del hilo. En este caso, el aglomerante polimérico se aplica, por ejemplo, sobre la superficie de colocación, o bien antes de la colocación o bien durante la colocación. La superficie de colocación puede estar, por lo tanto, recubierta con un velo o con un polvo de aglomerante polimérico.
- 35 De acuerdo con un modo de aplicación de la invención, se utiliza, en calidad de aglomerante polimérico, un polvo termoplástico o un polvo termoendurecible, e incluso una mezcla de los dos. Entre los polvos termoplásticos que se pueden utilizar, se pueden citar a título de ejemplos no excluyentes los polvos de poliolefina, de poliamida, de poliétersulfona (PES), de poli (sulfuro de fenileno) (PPS), poliétertercetona (PEEK) o poliéterimida (PEI), mientras que entre los polvos termoendurecibles se pueden citar, a título de ejemplos no excluyentes, los polvos de polímeros epóxidos con o sin agente endurecedor, los polvos fenólicos y los polvos de poliéster. El procedimiento prevé entonces garantizar un calentamiento de la zona de colocación del hilo de refuerzo. Este calentamiento se puede realizar, o bien al nivel del punto de colocación del hilo de refuerzo mediante una resistencia de calentamiento integrada en el dispositivo de colocación del hilo o bien por medio de una fuente de radiación de calor dirigida hacia la zona de colocación del hilo de refuerzo.
- 40 De acuerdo con la invención, también se puede emplear una superficie de soporte temporal previamente recubierta, en parte al menos, por un aglomerante polimérico seleccionado entre los polvos termoplásticos y termoendurecibles,
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

eventualmente mezclados, las colas autoadhesivas o las colas hot-melt, los velos termoplásticos y termoendurecibles, eventualmente mezclados, que necesitan una activación térmica.

5 De acuerdo con otra característica de la invención, se aplica, en calidad de aglomerante, una cola, de la misma naturaleza química que los polvos del párrafo anterior, que se utiliza en forma fundida también llamada « hot-melt ». Esta resina hot-melt se coloca entonces sobre el soporte, o bien en el momento de la colocación del hilo de refuerzo y antes de la colocación del hilo de refuerzo, o bien durante una etapa anterior.

10 De acuerdo con otra característica de la invención, se aplica, en calidad de aglomerante polimérico, una solución o una emulsión pulverizable de al menos una resina adhesiva, como, por ejemplo pero no de manera excluyente, una resina poliacrílica, polivinílica o de poliuretano.

15 De acuerdo con otra característica de la invención, sin embargo no preferente, se puede asociar el hilo con el aglomerante polimérico, antes de su colocación. Esto se puede hacer mediante la aplicación de un hilo termoplástico recubierto sobre el hilo de refuerzo que se calienta entonces al nivel de su punto de colocación. El hilo termoplástico puede ser de cualquier tipo adecuado y, por ejemplo pero no de manera excluyente, comprender un hilo de poliamida, poliolefina, poliétersulfona (PES), poliéteretercetona (PEEK), poli (sulfuro de fenileno) (PPS) o poliéterimida (PEI). También se puede aplicar un aglomerante polimérico, estrechamente unido al hilo de refuerzo para formar un hilo de refuerzo híbrido. De este modo, se puede utilizar, en calidad de aglomerante polimérico, unos filamentos de material termoplástico o termoendurecible, por ejemplo de la familia de los fenoxi, del mismo tipo que los hilos termoplásticos de párrafos anteriores, que se mezclarán con unos filamentos de material de refuerzo, mezcla que se hilará para formar un hilo de refuerzo híbrido.

25 El material de acuerdo con la invención es de poco grosor, su grosor correspondiendo al del hilo (o de los hilos) retorcido que lo forma.

30 De acuerdo con la invención, el hilo de refuerzo se coloca, de preferencia, de forma continua o, al contrario, en segmentos discontinuos. Resulta ventajoso, por ejemplo, en el caso de una colocación de un hilo en espiral, colocar el hilo de manera continua, sobre la longitud máxima del hilo, de tal modo que se minimicen, e incluso se eviten los puntos de corte. De acuerdo con un ejemplo de realización, se coloca un hilo de tal modo que forme una espiral de hilos retorcidos, cada espira colocándose pegada a la siguiente. Un ejemplo de realización de este tipo en el que el material compuesto se presenta en forma de un disco, se ilustra, por ejemplo, de manera esquemática en la **figura 4**. Este tipo de materiales compuestos se pueden obtener mediante colocación de hilos retorcidos sobre una superficie no plana o, de preferencia, sobre una superficie plana.

35 En el caso de realización de un material compuesto que presenta una parte rectilínea y una parte denominada en ángulo, en forma de una cinta curva, en el que los hilos se colocan de acuerdo con una porción de arco, tal y como se presenta en la **figura 2B** o en la **figura 3**, podrá resultar ventajoso colocar de manera simultánea una serie de hilos paralelos, de tal modo que se cubra de una sola vez la anchura de la preforma deseada.

40 Con el fin de poder dar con precisión la trayectoria deseada al hilo y que este la conserve después de su colocación, se llevará a este, sin tensión o con un mínimo de tensión, hasta el punto de colocación, de tal modo que este se deposite en su estado de reposo.

45 De acuerdo con la invención, en función de la clase del hilo de refuerzo y del aglomerante polimérico que se utilice, se aplicará sobre el hilo de refuerzo, durante su colocación, una presión comprendida entre 0,01 bares y 30 bares, y, de preferencia, comprendida entre 0,1 bares y 1 bares. Del mismo modo, de acuerdo con el tipo de aglomerante polimérico utilizado y del hilo de refuerzo y, de manera más particular, en caso de utilización de un aglomerante polimérico termoplástico o termoadhesivo, el punto de colocación del hilo de refuerzo se calentará a una temperatura
50 comprendida entre 50 °C y 450 °C, y, de preferencia, comprendida entre 50 °C y 150 °C.

Los ejemplos que se dan a continuación permiten ilustrar la invención.

55 Ejemplo 1

Una espira como la que está representada en la representación esquemática de la **figura 4** o en la foto de la **figura 5**, con un diámetro D_i interno de 15 mm y con un diámetro externo D_e se realiza mediante la colocación de hilo de carbono 3K de 200 tex (HTA 5131 de la empresa Tenax) retorcido con una torsión de 50 v/m. El espacio p de colocación entre 2 trayectorias medias consecutivas es de 0,98 mm. El hilo se coloca en forma de una espiral sobre
60 un papel de silicona recubierto con 15 g/m² de una resina epoxi que contiene un endurecedor (7 P160, de la empresa Akzo Nobel). La preforma que se obtiene presenta un grosor de 0,2 mm.

65 Se aplica el dispositivo que se esquematiza en la **figura 6**. El hilo **F** se lleva, sin tensión al nivel de la boquilla de colocación **1** en el que está integrada una resistencia que calienta **2** a una temperatura de 300 °C. El hilo se aplica sobre la superficie por medio de un rodillo aplicador **3** de 2 mm de radio con una presión al contacto de 10 KPa. La velocidad de deslizamiento del hilo está sincronizada con la velocidad de avance de la boquilla de colocación, que

es de 20 mm/s. Después del punto de colocación se aplica un dispositivo de enfriamiento **4** sobre el hilo de tal modo que se aplique sobre este último una presión de 10 KPa.

5 Del mismo modo, se realiza una espira como la que está representada en la representación esquemática de la **figura 4** y presentada parcialmente en la fotografía de la **figura 7**, con un diámetro interno D_i de 40 mm y con un diámetro externo D_e , mediante la colocación de hilo de carbono 24 K de 1.040 tex (T800S, de la empresa Toray) retorcido con una torsión de 22 v/m. El espacio p de colocación entre dos trayectorias medias consecutivas es de 3,88 mm. El hilo se coloca en forma de espiral sobre una película de resina epoxi (Hexply M21, de la empresa Hexcel) con una densidad igual a 72 g/m². La preforma que se obtiene presenta un grosor medio de 0,25 mm.

10

Ejemplo 2

Utilizando un dispositivo similar al anterior, que permite la colocación simultánea de 23 hilos, se realiza una preforma destinada a reforzar un ángulo de puerta, tal y como se ilustra en la representación esquemática de la **figura 3**: en un ángulo de 90° se realiza un arco con un diámetro interno igual a 95 mm y con un diámetro externo igual a 475 mm mediante la colocación de hilos de carbono 12 K de 446 tex (IM7-6000, de la empresa Hexcel) retorcidos con una torsión de 30 v/m. El espacio de colocación, espacio entre las fibras centrales de dos hilos consecutivos es de 1,65 mm. La colocación se realiza sobre una película de resina epoxi (Hexply 8552, de la empresa Hexcel) con una densidad igual a 72 g/m².

20

La preforma que se obtiene presenta un grosor medio de 0,25 mm.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un material compuesto en el que se coloca al menos un hilo de refuerzo sobre una superficie, de acuerdo con una trayectoria que presenta al menos una zona curva sobre la superficie de colocación, en el que el hilo de refuerzo está unido a la superficie por medio de un aglomerante polimérico, **que se caracteriza porque** se aplica una torsión al hilo de refuerzo, antes de su colocación, de tal modo que al menos se compensen las diferencias de longitud que presentan las trayectorias de los extremos del hilo a ambos lados de su anchura, medida de manera paralela a la superficie de colocación.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **que se caracteriza porque** el hilo de refuerzo está seco antes de su colocación.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 **que se caracteriza porque** se aplica una torsión de entre 5 y 100 v/m, de preferencia de entre 10 y 80 v/m.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3 **que se caracteriza porque:**
- o bien se coloca un hilo de carbono de 3K y de 200 tex que presenta una torsión de entre 10 y 70 v/m, de manera preferente, de entre 15 y 40 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - o bien se coloca un hilo de carbono de 6 K y de 223 tex que presenta una torsión de entre 15 y 80 v/m, de manera preferente de entre 50 y 70 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - o bien se coloca un hilo de carbono de 6 K y de 400 tex que presenta una torsión de entre 15 y 80 v/m, de manera preferente de entre 40 y 60 t/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - o bien se coloca un hilo de carbono de 12 K y de 446 tex que presenta una torsión de entre 10 y 80 v/m, de manera preferente de entre 10 y 60 t/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - o bien se coloca un hilo de carbono de 24 K y de 1.040 tex que presenta una torsión de entre 10 y 40 v/m, de manera preferente de entre 10 y 25 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 20 a 150 mm.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 **que se caracteriza porque** el material compuesto se realiza mediante colocación de un único hilo que presenta una torsión prácticamente idéntica en toda su longitud o de una serie de hilos que presentan, entre sí y en toda su longitud, una torsión prácticamente idéntica.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 **que se caracteriza porque** la superficie sobre la que se coloca el hilo de refuerzo es un soporte temporal.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 **que se caracteriza porque** el aglomerante polimérico se aplica de manera previa, o durante la colocación del hilo de refuerzo, sobre la superficie.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **que se caracteriza porque** el hilo de refuerzo se asocia, antes de su colocación, con el aglomerante polimérico que garantiza su unión con la superficie sobre la que este se coloca.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 **que se caracteriza porque** el hilo de refuerzo es un material seleccionado entre los siguientes materiales: carbono, vidrio, aramida, sílice, cerámica, basalto y sus mezclas.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9 **que se caracteriza porque** el aglomerante polimérico comprende un polímero termoendurecible, un polímero termoplástico o una mezcla de dichos polímeros, eventualmente en forma de polvo, o una resina autoadhesiva o hot-melt.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 **que se caracteriza porque** el porcentaje en masa de aglomerante polimérico con respecto a la masa total del material compuesto (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico) está comprendido en el intervalo que va de un 0,1 % a un 25 %, y de manera ventajosa de entre un 3 y un 10 %, o en el intervalo que va de entre un 20 y un 60 %, y de manera ventajosa de un 30 a un 40 %.
12. Material compuesto que comprende al menos un hilo de refuerzo colocado sobre una superficie, de acuerdo con una trayectoria que presenta al menos una zona curva sobre la superficie de colocación, en el que el hilo de refuerzo está unido a la superficie por medio de un aglomerante polimérico, **que se caracteriza porque** el hilo de refuerzo está retorcido, de tal modo que se compensen al menos en parte las diferencias de longitud que presentan las trayectorias de los extremos del hilo a ambos lados de su anchura, medida de manera paralela a la superficie de colocación.

13. Material compuesto de acuerdo con la reivindicación 12 **que se caracteriza porque** está formado por un solo hilo o por una serie de hilos que presentan, todos, prácticamente la misma composición, anchura y torsión.
- 5 14. Material compuesto de acuerdo con la reivindicación 12 o 13 **que se caracteriza porque** está formado por un solo hilo o por una serie de hilos de refuerzo, cada uno retorcido individualmente, con una torsión de entre 5 y 100 v/m, de preferencia de 10 a 80 v/m.
- 10 15. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14 **que se caracteriza porque** se realiza a partir de:
- o bien de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 3 K y de 200 tex que presentan una torsión de entre 10 y 70 v/m, de manera preferente de entre 15 y 40 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - 15 – o bien de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 6 K y de 223 tex que presentan una torsión de entre 20 y 80 v/m, de manera preferente de entre 50 y 70 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - o bien de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 6 K y de 400 tex que presentan una torsión de entre 20 y 80 v/m, de manera preferente de entre 40 y 60 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - 20 – o bien de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 12 K y de 446 tex que presentan una torsión de entre 10 y 80 v/m, de manera preferente de entre 10 y 60 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 10 a 500 mm;
 - 25 – o bien de un solo hilo o de una serie de hilos de carbono de 24 K y de 1.040 tex que presentan una torsión de entre 10 y 40 v/m, de manera preferente de entre 10 y 25 v/m, en particular cuando el radio interno mínimo de la trayectoria del hilo está comprendido en el intervalo que va de 20 a 150 mm.
16. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 15 **que se caracteriza porque** está formado por un único hilo retorcido colocado ajustado de acuerdo con unas trayectorias prácticamente paralelas entre sí o por una serie de hilos retorcidos colocados prácticamente de manera paralela entre sí y de manera ajustada.
- 30 17. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 16 **que se caracteriza porque** está compuesto por una espiral de hilos retorcidos, cada espira estando colocada pegada a la siguiente.
- 35 18. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 17 **que se caracteriza porque** el hilo de refuerzo en de una material seleccionado entre los siguientes materiales: carbono, vidrio, aramida, cerámica, basalto y sus mezclas.
- 40 19. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 18 **que se caracteriza porque** el aglomerante polimérico comprende un polímero termoendurecible, un polímero termoplástico o una mezcla de dichos polímeros, eventualmente en forma de un polvo, de una película, de un velo o de una resina autoadhesiva o hot-melt.
- 45 20. Material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 19 **que se caracteriza porque** el porcentaje total en masa de aglomerante polimérico con respecto a la masa total del material compuesto (es decir, hilos de refuerzo + aglomerante polimérico) está comprendido en el intervalo que va de un 0,1 % a un 25 %, y de manera ventajosa de un 3 a un 10 % o en un intervalo que va de un 20 a un 60 %, y de manera ventajosa de un 30 a un 40 %.
- 50 21. Material compuesto de acuerdo con la reivindicación 12 que se puede obtener de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.

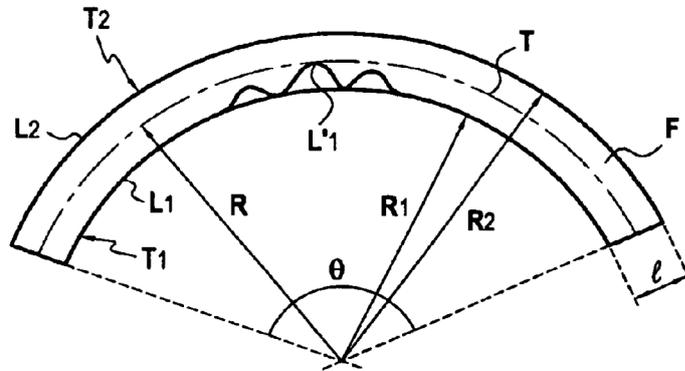


FIG.1

FIG.2A

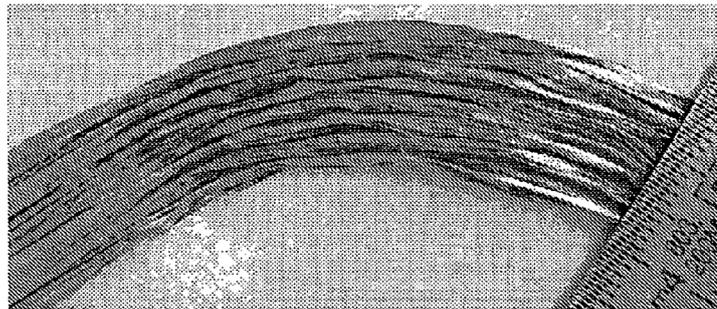
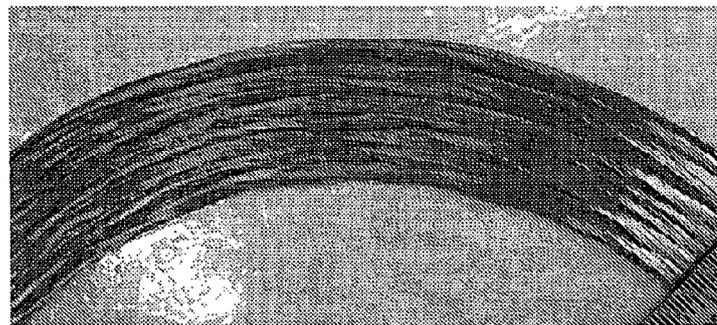


FIG.2B



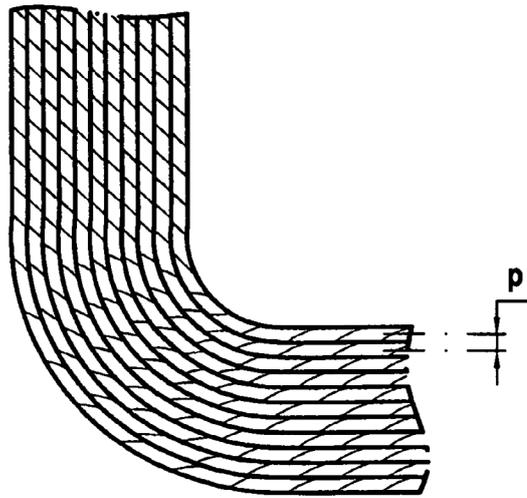


FIG.3

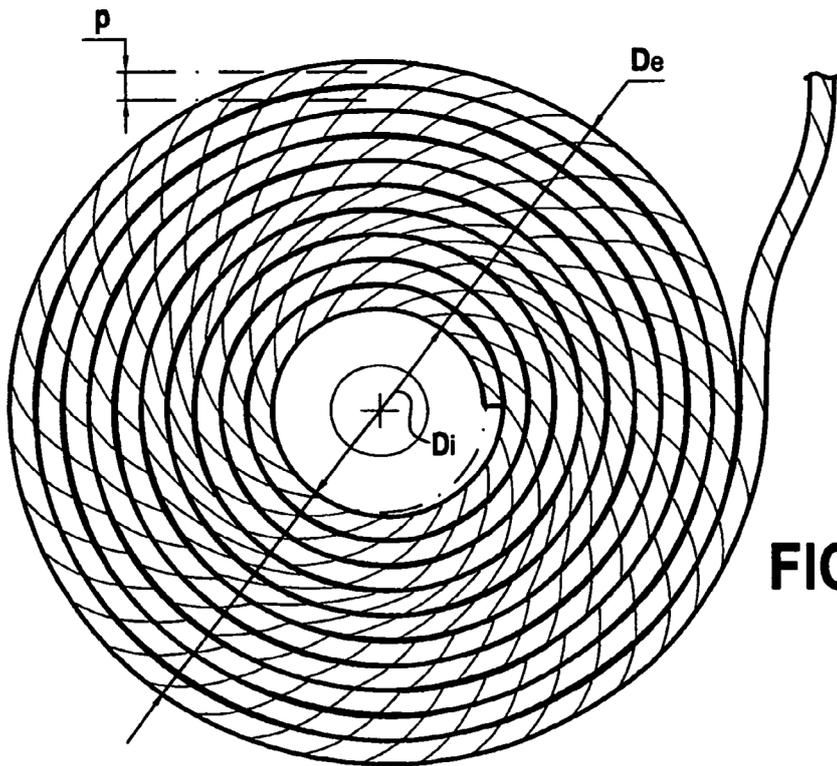


FIG.4

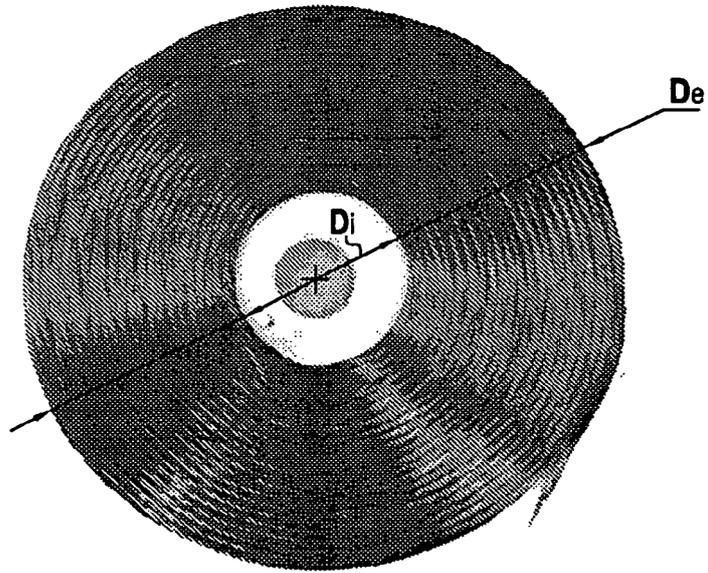


FIG. 5

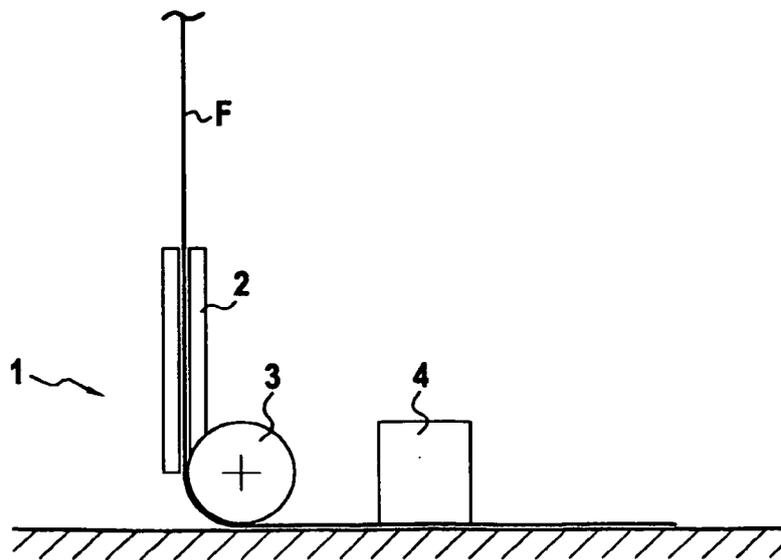


FIG. 6

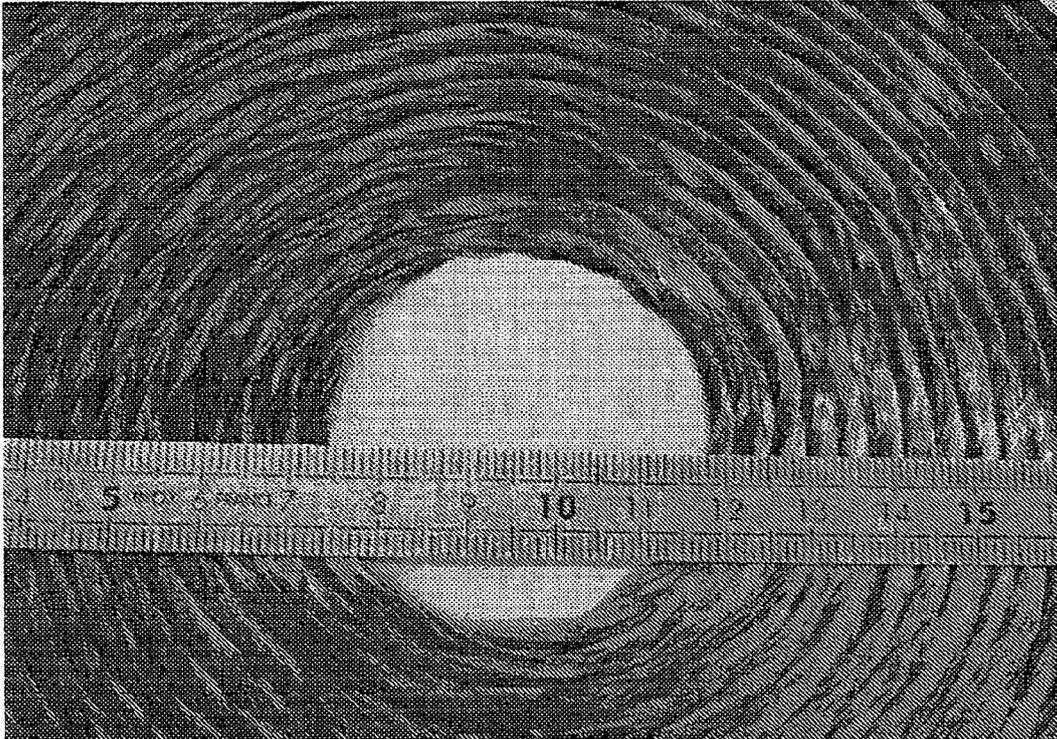


FIG.7