

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 498 341**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2010 E 10711911 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2414152**

54 Título: **Procedimiento y máquina para la aplicación de una banda de fibras sobre superficies convexas y/o con aristas**

30 Prioridad:

02.04.2009 FR 0952144

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

24.09.2014

73 Titular/es:

**COROLIS COMPOSITES (100.0%)
Rue Condorcet, Z.A. du Mourillon
56530 Queven, FR**

72 Inventor/es:

**MUNAUX, OLIVIER;
CAPPELLE, HERVÉ y
HAMLYN, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 498 341 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 y máquina para la aplicación de una banda de fibras sobre superficies convexas y/o con aristas

5 La presente invención se relaciona con un procedimiento y una máquina de aplicación de fibras para la realización de piezas en materiales compuestos, más particularmente un procedimiento y una máquina para la aplicación de una banda de fibras en superficies convexas y/o con aristas.

10 Se conocen de máquinas de aplicación de fibras, llamadas corrientemente máquinas de colocación de fibras, para la aplicación sobre un molde macho o hembra de una banda larga formada de varias fibras planas, de tipo lisos, impregnadas de resinas, particularmente de fibras de carbono impregnadas de una resina termoendurecible o termoplástica. Estas máquinas, tales como las descritas en el documento de la Patente WO 2006/092514 comprenden clásicamente una cabeza de aplicación de fibras, apta para aplicar en una superficie de aplicación de un molde una banda formada de varias fibras planas, y un sistema de desplazamiento de la dicha cabeza de aplicación de fibras.

15 La cabeza de aplicación de fibras, llamada igualmente cabeza de colocación de fibras, comprende clásicamente un rodillo de compactación destinado para estar en contacto contra el molde según una línea de contacto para aplicar la banda de fibras, y medios de guía de fibras bajo la forma de una banda sobre el dicho rodillo de compactación.

20 El sistema de desplazamiento asegura el desplazamiento de la cabeza de aplicación según al menos tres direcciones perpendiculares las unas a las otras. El sistema de desplazamiento puede estar formado por un brazo poliarticulado de tipo robot estándar de seis ejes, dispuesto solo o montado sobre un eje lineal, con un puño de extremo al cual se fija la cabeza de aplicación, o por un robot cartesiano de tipo pórtico equipado de un puño de extremo que porta la cabeza de aplicación.

Durante la aplicación o deposición de las fibras por el rodillo de compactación, este último mantiene una presión continua en la superficie de aplicación del molde para evacuar progresivamente el aire aprisionado entre las bandas de las fibras depositadas. Después de la aplicación de varias capas de bandas superpuestas, la pieza resultante se endurece bajo vacío por paso a través de un horno, generalmente autoclave.

25 Esta operación de compactación durante la deposición permite obtener una pieza antes de la operación de endurecimiento cuyas dimensiones corresponden sensiblemente a las de la pieza final obtenidas después del endurecimiento.

30 En el caso de la aplicación de banda formada de un número importante de fibras, por ejemplo de ocho fibras, estas máquinas de aplicación y el software de programación de colocación de las fibras propuestas hasta la fecha no permiten depositar una banda de fibras en las aristas o en las superficies convexas de bajo radio de curvatura, por ejemplo inferior a 10 mm, compactando todas las fibras de la banda, y en orientaciones de 45° o 135° aproximadamente con respecto a la arista o la generación de la superficie convexa.

35 En la ausencia de compactación, la evacuación de las burbujas de aire se realiza únicamente durante el endurecimiento bajo vacío, la pieza final presenta entonces pliegues de exceso de material a nivel de las dichas aristas o superficies convexas.

40 Hasta la fecha, estas diferentes piezas con aristas y/o superficies convexas se obtienen por realización de piezas planas por medio de una máquina de aplicación de tipo precitado, luego por una operación de pliegue y/o de combadura de piezas planas antes del endurecimiento. Además el hecho de necesitar una operación suplementaria compleja, esta operación de pliegue o combadura conduce igualmente a la formación de pliegues a nivel de las capas interiores, que afecta las propiedades de resistencia de la pieza final.

Por este hecho, las máquinas de aplicación propuestas hasta la fecha no son utilizadas para piezas esenciales, particularmente en el sector aeronáutico, tales como los largueros de grupo sustentador de avión, vigas de compuertas eólicas, perfiles aerodinámicos, herrajes o refuerzos llamados en L.

45 El documento JP2005/329593 describe una máquina de aplicación en la cual la unidad de compactación comprende un rodillo de compactación que calienta y una placa de recompactación que compacta de nuevo la banda inmediatamente después de la compactación por el rodillo de compactación. La unidad de compactación se utiliza de manera que a la vez el rodillo de compactación y la placa de descompactación se apoyan contra la superficie de aplicación.

50 Los documentos US5700347, US4990213, y DE102007009124 describen máquinas de aplicación que comprenden un patín de enfriamiento dispuesto hacia abajo del rodillo de compactación.

El documento US4992133 describe una máquina para unir en conjunto al menos dos fibras, comprendiendo la máquina una cabeza, una superficie soporte y medios de aproximación para conducir las dos fibras entre la cabeza

5 y la superficie soporte. La cabeza comprende medios de compresión y medios de calentamiento montados pivotantes con respecto a los medios de compresión, hacia abajo de los medios de compresión, estando montada una correa entre los medios de compresión y los medios de calentamiento. Los medios de calentamiento comprenden un elemento conductor de calor con una superficie interior no curvada que corresponde a la forma de la superficie soporte. Los medios de compresión comprenden una pluralidad de placas de compresión desfasadas las unas de las otras en la dirección de avance y móviles independientemente las unas de las otras.

El documento US 4351688 describe una máquina de aplicación que comprende un rodillo de compactación segmentado.

10 El objeto de la presente invención es proponer una solución que apunta a paliar los inconvenientes precitados, que permite la realización, por medio de una máquina de aplicación de fibras, piezas con aristas y/o superficies convexas que tienen buenas propiedades mecánicas.

Para este efecto, la presente invención propone un procedimiento como se define en la reivindicación 1, para la aplicación de una banda formada de varias fibras planas sensiblemente adherentes, en

15 - una superficie de aplicación que comprende una primera superficie sensiblemente plana y una segunda superficie sensiblemente plana unida por una arista o por una superficie redondeada, por ejemplo, un arco de círculo,

- o sobre una superficie de aplicación convexa, por ejemplo una superficie cilíndrica o tronconica,

20 siendo realizada la aplicación de la banda por medio de una cabeza de aplicación de fibras que comprende un sistema de compactación que comprende un rodillo de compactación, comprendiendo el dicho procedimiento la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación y el desplazamiento de la cabeza de compactación para aplicar una banda de fibras sobre la superficie de aplicación, siendo caracterizado el dicho proceso porque comprende las etapas siguientes:

25 - poner en contacto, contra la banda de fibras aplicadas sobre la superficie de aplicación, un órgano de compactación del sistema de compactación, dispuesto hacia abajo el rodillo de compactación con respecto a la dirección de avance de la cabeza, estando en contacto el dicho órgano de compactación sensiblemente contra el conjunto de las fibras de la banda según al menos una línea de contacto,

30 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la arista, alrededor de la superficie redondeada o alrededor de la superficie convexa, de manera que el dicho órgano de compactación quede en contacto con la banda para compactarla, según al menos una línea de contacto, sensiblemente sin deslizamiento entre el dicho órgano de compactación y la superficie de aplicación, describiendo el rodillo de compactación una curva involuta. Formas preferenciales del procedimiento se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 9.

35 Según la invención, la cabeza comprende un órgano de compactación suplementario por el cual se pone en contacto contra la banda de aplicación contra la superficie de aplicación, según al menos una línea de contacto, luego la cabeza es pivotada de manera que mantenga el dicho órgano de compactación contra la banda según al menos una línea de contacto, conservando una velocidad relativa en traslación sensiblemente nula y entre el dicho órgano de compactación y la superficie de aplicación, es decir sensiblemente sin deslizamiento.

40 La puesta en contacto del órgano de compactación se realiza por basculamiento hacia atrás de la cabeza, a través del sistema de desplazamiento de la cabeza y/o por desplazamiento del órgano de compactación por un sistema de desplazamiento propio al dicho órgano de compactación. La etapa de pivotamiento se realiza después de una etapa de desplazamiento de la cabeza tangencialmente a la superficie de aplicación para conducir el rodillo de compactación más allá de la arista, o más allá de la línea de unión entre la primera superficie y la superficie redondeada, o más allá de la generación de la superficie convexa, con el fin de permitir la operación de pivotamiento, la dicha etapa de colocación en apoyo del órgano de compactación siendo realizada simultáneamente o después de esta etapa de desplazamiento.

45 Según un modo de realización, en el caso de una superficie de aplicación que comprende una primera superficie sensiblemente plana y una segunda superficie sensiblemente plana unida por una arista, el dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

- poner en contacto el rodillo de compactación contra la primera superficie según al menos una línea de contacto, y desplazar la cabeza de aplicación para aplicar una banda de fibras sobre la dicha primera superficie, según una primera dirección formando un ángulo α_1 con la arista,

50 - con la aproximación de la arista, desplazar la cabeza según la dicha primera dirección, tangencialmente a la primera superficie, para conducir el rodillo de compactación sensiblemente más allá de la dicha arista, y simultáneamente o sucesivamente, poner en contacto el órgano de compactación contra la banda aplicada sobre la primera superficie,

- hacer pivotar la cabeza alrededor de la arista, de manera que el dicho órgano de compactación quede en contacto de la banda según al menos una línea de contacto, siendo realizado el dicho pivotamiento hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto correspondiente sensiblemente con la longitud de la banda,

- 5 - apartar el dicho órgano de compactación de la superficie de aplicación para que no esté más en contacto con este último, y simultáneamente o sucesivamente, desplazar la cabeza para aplicar la banda en la dicha segunda superficie, según una segunda dirección formando un ángulo α_2 , sensiblemente igual a $180 - \alpha_1$, con la arista.

Según otro modo de realización, en el caso de una superficie de aplicación que comprende una primera superficie sensiblemente plana y una segunda superficie sensiblemente plana unida por una superficie redondeada, el dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

10 - poner en contacto el rodillo de compactación contra la primera superficie según al menos una línea de contacto y desplazar la cabeza de aplicación para aplicar una banda de fibras en la dicha primera superficie, según una primera dirección formando un ángulo α_1 con la primera línea de unión, sensiblemente lineal, entre la primera superficie y la superficie redondeada,

15 - con la aproximación de la dicha primera línea de unión, desplazar la cabeza según la dicha primera dirección, tangencialmente con la primera superficie, para disponer el rodillo de compactación más allá de la dicha primera línea de unión, y simultáneamente o sucesivamente poner en contacto el órgano de compactación contra la banda aplicada en la primera superficie,

20 - hacer pivotar, en una o varias etapas de pivotamiento, la cabeza alrededor de la superficie redondeada, de manera que el dicho órgano quede al contacto de la banda según al menos una línea de contacto, hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto, y

25 - apartar el dicho órgano de compactación de la superficie de aplicación para que no esté más en contacto con este último, y simultáneamente o sucesivamente desplazar la cabeza de aplicación en contacto con la segunda superficie por su rodillo de compactación según al menos una línea de contacto para aplicar la banda sobre la dicha segunda superficie, siguiendo una dirección formando un ángulo α_2 , sensiblemente igual a $180 - \alpha_1$, con la segunda línea de unión entre la superficie redondeada y la segunda superficie.

En este modo de realización, después de poner en contacto el órgano de compactación contra la banda aplicada sobre la primera superficie, se puede

30 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada hasta que la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación, y

35 - si el rodillo de compactación está en contacto según al menos un punto de contacto con la superficie redondeada al final del dicho pivotamiento, desplazar la cabeza tangencialmente a la superficie redondeada al dicho punto de contacto, en una dirección que hace un ángulo α_1 con la generación de la superficie redondeada pasando por el dicho punto de contacto, con o sin contacto del órgano de compactación con la superficie redondeada, preferiblemente sin contacto apartando el dicho órgano de la superficie redondeada, luego hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada, estando reiteradas estas dos etapas de desplazamiento y de pivotamiento hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto.

40 Como variante, el desplazamiento de la cabeza que precede la etapa de pivotamiento se realiza antes de poner en contacto el rodillo contra la superficie redondeada.

La superficie redondeada puede extenderse en un sector angular superior a 180° .

Según otro modo de realización, en el caso de una superficie de aplicación convexa, por ejemplo una superficie cilíndrica o troncónica, el dicho procedimiento comprende las siguientes etapas

45 - poner en contacto el rodillo de compactación contra la superficie de aplicación convexa según al menos un punto de contacto,

- desplazar la cabeza tangencialmente a la superficie de aplicación convexa al dicho punto de contacto, en una dirección que hace un ángulo α_1 con la generación de la superficie convexa pasando por el dicho punto de contacto, con o sin contacto del órgano de compactación con la superficie de aplicación convexa,

50 - en una o varias etapas de pivotamiento, hacer pivotar alrededor de la superficie de aplicación convexa la cabeza de aplicación en apoyo contra la superficie de aplicación convexa por su órgano de compactación, siendo realizado

el dicho pivotamiento de manera que el dicho órgano quede en contacto con la banda según al menos una línea de contacto.

5 En este modo de realización, después del desplazamiento de la cabeza tangencialmente a la superficie de aplicación convexa al dicho punto de contacto, en una dirección que hace un ángulo α_1 con la generación de la superficie convexa que pasa por el dicho punto de contacto, con o sin contacto del órgano de compactación con la superficie de aplicación convexa, preferiblemente sin contacto apartando el dicho órgano de la superficie de aplicación convexa, se puede

10 - hacer pivotar alrededor de la superficie de aplicación convexa la cabeza de aplicación en apoyo contra la superficie de aplicación convexa por su órgano de compactación, hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación convexa, y

- reiterar las etapas de desplazamiento y de pivotamiento precedentes una o varias veces.

En variante, el desplazamiento de la cabeza que precede la etapa de pivotamiento se realiza antes de poner en contacto el rodillo contra la superficie de aplicación convexa.

15 El presente procedimiento es ventajosamente utilizado por un ángulo α_1 diferente de 90° , preferiblemente comprendido entre 10° y 80° , preferiblemente entre 20° y 70° , mejor aún entre 30° y 60° , por ejemplo del orden de 45° .

La presente invención tiene igualmente por objeto una máquina como se define en la reivindicación 10, para la aplicación de fibras, para la realización de piezas en materiales compuestos, utilizable para la aplicación del procedimiento definido aquí más arriba, que comprende:

20 - una cabeza de aplicación de fibras, apta para aplicar en una superficie de aplicación una banda formada de varias fibras planas, y que comprende un sistema de compactación que comprende un rodillo de compactación destinado para estar en contacto contra la superficie de aplicación para aplicar la banda, y medios de guía de fibras, bajo la forma de una banda, en el dicho rodillo de compactación, y

25 - un sistema de desplazamiento de la dicha cabeza de aplicación de fibras, caracterizado porque el dicho sistema de compactación comprende además un órgano de compactación dispuesto hacia abajo del dicho rodillo de compactación y que presenta una superficie de contacto sensiblemente plana, siendo apto el dicho órgano de compactación para estar dispuesto en apoyo por superficie de contacto, contra una superficie de aplicación, sobre sensiblemente toda la longitud de una banda, según al menos una línea de contacto, comprendiendo el órgano de compactación una banda sinfín montada en un rodillo de devolución hacia arriba y un rodillo de devolución hacia abajo, estando montados los dos rodillos, preferiblemente rotativos, hacia abajo del rodillo de compactación, paralelamente con el eje del rodillo de compactación, la hebra inferior de la banda sinfín que constituye la dicha superficie de contacto del órgano de compactación. Formas preferenciales de la máquina se definen en las reivindicaciones dependientes 11 a 13.

35 El dicho órgano de compactación está ventajosamente formado a partir de un material elastómero, preferiblemente recubierto de una película antiadherente, tal como una película de Teflón. La superficie de contacto del órgano de compactación se dispone ventajosamente más cerca del rodillo de compactación.

Según un modo de realización, el órgano de compactación comprende una cala de compactación, independiente del rodillo de compactación.

40 Según otro modo de realización, el órgano de compactación comprende una banda sinfín montada en el rodillo de compactación y un rodillo de devolución hacia abajo, estando montado el dicho rodillo de devolución hacia abajo y paralelamente al rodillo de compactación, la hebra inferior de la banda sinfín que constituye la superficie de contacto del órgano de compactación.

45 Según un modo de realización, la cabeza de aplicación comprende una estructura soporte por la cual la dicha cabeza está ensamblada al sistema de desplazamiento, el órgano de compactación y el rodillo de compactación están montados en la dicha estructura de soporte de manera fija el uno con respecto al otro, sin desplazamiento relativo de la superficie de contacto del órgano de compactación con respecto al eje del rodillo de compactación, el dicho órgano de compactación está entonces dispuesto en apoyo contra una superficie de aplicación por desplazamiento de la cabeza de aplicación por el sistema de desplazamiento de la máquina. En variante el órgano de compactación es montado móvil en la estructura soporte, siendo aptos los medios de desplazamiento para desplazar el dicho órgano de compactación entre una posición retractada y una o varias posiciones activas, por un movimiento de rotación y/o de traslación, para disponer el dicho órgano de compactación contra la superficie de aplicación.

La invención será mejor comprendida, y otros objetivos, detalles, características y ventajas aparecerán más claramente en el curso de la descripción explicativa detallada que va a continuación de modos de realización

particulares actualmente preferidos de la invención, en referencia a los dibujos esquemáticos anexos, sobre los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una máquina de aplicación según un primer modo de realización que aplica una banda de fibras en la superficie de aplicación de un molde;
- 5 - la figura 2 es una vista esquemática ampliada en perspectiva de la cabeza de aplicación de la máquina de la figura 1, que aplica una banda de fibras sobre el molde;
- las figuras 3 y 4A son dos vistas esquemáticas en perspectiva del sistema de compactación de la cabeza de la figura 2 que aplican una banda de fibras en una superficie de aplicación del molde comprendiendo una primera superficie sensiblemente plana y una segunda superficie sensiblemente plana dispuestas sensiblemente a 90° la una de la otra y conectadas por una superficie redondeada en arco de círculo, estando la cabeza de aplicación en el recorrido de la aplicación de la banda sobre la primera superficie;
- 10 - las figuras 4B a 4G son vistas esquemáticas en perspectiva análogas a las de la figura 4A, que ilustran diferentes posiciones de la cabeza de aplicación durante la aplicación de la banda de fibras en la primera superficie, la superficie redondeada de la segunda superficie, con una orientación del orden de 45°;
- 15 - la figura 5 es una vista esquemática ampliada del lado de la superficie de aplicación de la figura 3, sobre la cual se ilustra la trayectoria de un punto del rodillo en proyección vertical durante el desplazamiento de la cabeza para aplicar la banda de fibras en la superficie redondeada;
- la figura 6 es una vista desde arriba de la banda de fibras aplicadas en la primera superficie de la superficie de aplicación de la figura 3;
- 20 - las figuras 7A y 7B están respectivamente en vista en perspectiva y una vista de lado del sistema de compactación de una cabeza de aplicación según un segundo modo de realización de la invención; y
- las figuras 8A y 8B son respectivamente una vista en perspectiva y una vista del lado del sistema de compactación y una cabeza de aplicación según un tercer modo de realización de la invención.

En referencia a la figura 1, la máquina de aplicación de fibras comprende una cabeza de aplicación 1 de fibras y un sistema de desplazamiento 5 para desplazar la dicha cabeza de aplicación de fibras en todas las direcciones. El sistema de desplazamiento comprende aquí un brazo poliarticulado 51, del tipo robot de seis ejes, conocido en sí, montado móvil en un eje lineal 52, y cuyo puño de extremo 51a está equipado de la cabeza de aplicación 1. El brazo poliarticulado se fija por su soporte 52b en un carro 53 montado deslizante sobre el eje lineal 52, estando constituido el dicho eje lineal de dos rieles paralelos fijos al suelo. El carro está equipado de medios de arrastre por ejemplo de tipo rodillo motorizados comandados por una unidad de control para el desplazamiento de la cabeza de aplicación a lo largo de estos rieles. La máquina de aplicación de fibras comprende además medios de almacenamiento de fibras y medios de encaminamiento (no representados) para encaminar fibras desde los dichos medios de almacenamiento hacia la cabeza de aplicación. Las fibras serán ventajosamente almacenadas en bobina en una fileta, montada por ejemplo en un carro de seguimiento deslizante sobre el eje 52, y encaminados individualmente hasta la cabeza de aplicación a través de tubos flexibles de encaminamiento, tal como se describe en el documento de la Patente WO 2006/092514.

En referencia a las figuras 2 y 3, la cabeza de aplicación de fibras comprende una estructura soporte 10, por la cual la cabeza está montada en el extremo del puño del robot, y sobre la cual están montados los medios de guía de fibras y un sistema de compactación que comprende un rodillo de compactación 2. Los medios de guía guían las fibras que entran en la cabeza hacia el rodillo de compactación bajo la forma de una banda de fibras preimpregnadas de resina, estando dispuestas las fibras de la banda a lado y lado de manera sensiblemente adherente. Para el desplazamiento de la cabeza por el robot, el rodillo de compactación, conocido en sí es apto para ser conducido en contacto con la superficie de aplicación de un molde 9 para aplicar la banda formada de varias fibras. La cabeza es por ejemplo una cabeza del tipo descrito en el documento de la Patente FR 2 913 365. El dicho rodillo de compactación 2 es montado rotativo sobre la estructura soporte 10, de manera amovible, a través de soportes laterales 21. El rodillo está constituido de un material elastómero revestido de un material antiadhesivo, por ejemplo en Teflón. La longitud del rodillo es ligeramente superior a la longitud de la banda, que está formada de 8 fibras en el modo de realización ilustrado.

El sistema de compactación comprende además un órgano de compactación formado en este modo de realización de una cala de compactación 3 dispuesta hacia abajo del dicho rodillo de compactación con respecto a la dirección de avance de la cabeza, representado por la flecha referenciada como F1 en la figura 3, para la aplicación de una banda de fibras en una superficie de aplicación. Según la figura 3, la cala de compactación está constituida de un bloque 30, por ejemplo sensiblemente paralelepípedo, cuya anchura, definida por la distancia entre las dos caras laterales 31 del bloque, es sensiblemente igual a la anchura del rodillo de compactación 2. La cara inferior del bloque constituye una superficie llamada de contacto 32, sensiblemente plana, por la cual la dicha cala de compactación

está destinada para que se apoye siguiendo al menos una línea de contacto sobre toda la anchura de la banda que acaba de ser depositada por el rodillo de compactación.

5 En el presente modo de realización, la cala de compactación está montada en la estructura soporte 10, de manera fija, por intermedio de un brazo de ensamble 35 central, detrás del rodillo de compactación, de manera que su superficie de contacto 32 esté dispuesta tangencialmente al rodillo de compactación, la puesta en contacto de la cabeza contra la banda de fibras que acaba de ser depositada siendo obtenida por basculamiento detrás de la cabeza a través del brazo poliarticulado 51.

10 La cara antes del bloque, dispuesta del lado del rodillo, presenta ventajosamente una superficie cóncava 33 cuyo radio de curvatura está adaptado al del rodillo para montar la cala, y en particular su superficie de contacto 32, más cerca del rodillo. Ventajosamente, el borde delantero 34 define entre la superficie cóncava 33 y la superficie de contacto 32 con una altura tan reducida como sea posible, el dicho borde delantero 34 siendo casi lineal. Los medios de guía conducen las fibras contra el rodillo de compactación, pasando las fibras entre el rodillo y la cala de compactación, sensiblemente sin contacto con este último. El bloque está ventajosamente formado de un material elastómero análogo al del rodillo, siendo ventajosamente revestida la cara inferior de un filme antiadherente, por ejemplo una película de Teflón, que constituye la superficie de contacto 32.

15 La cabeza equipada de este sistema de compactación es ventajosamente utilizada para la colocación de una banda de fibras en una superficie de aplicación que presentan una arista o una superficie convexa para garantizar una buena compactación de la banda al nivel de la dicha arista o superficie convexa, en particular cuando la banda aplicada forma un ángulo con la arista o la superficie convexa, por ejemplo de 45° o 135°.

20 Una descripción del procedimiento de aplicación de una banda por medio de la máquina de aplicación de fibras según la invención en una superficie de aplicación de un molde va en el presente a ser efectuada en referencia a las figuras 3, 4A a 4G, 5 y 6, en el caso de una superficie de aplicación 90 que comprende una primera superficie 91 sensiblemente plana y una segunda superficie 92 sensiblemente plana unidas por una superficie redondeada 93 en arco de círculo.

25 Las dos superficies 91 y 92 están dispuestas en 90° la una de la otra, la superficie redondeada 93 se extiende en arco de círculo sobre un sector angular de 90°. Las referencias 93a y 93b designan respectivamente la primera línea de unión sensiblemente lineal entre la primera superficie 91 y la superficie redondeada 93 y la segunda línea de unión sensiblemente lineal entre la segunda superficie y la superficie redondeada.

30 La primera y segunda superficies son llamadas sensiblemente planas. Actualmente, se entiende por "superficies sensiblemente planas", una superficie plana, así como en el caso de una superficie cóncava convexa, cuya convexidad o concavidad es suficientemente baja para permitir la puesta en apoyo del rodillo sobre la dicha superficie sobre toda su anchura, con el fin de compactar el conjunto de las fibras de la banda, el rodillo en materia elastómera que puede en caso dado deformarse ligeramente para garantizar esta puesta en apoyo.

35 En referencia a las figuras 3, 4A y 6, la cabeza de aplicación dispone una banda 8 de fibra 7 sobre la primera superficie 91. La cabeza de aplicación está clásicamente en apoyo contra la primera superficie 91 por el rodillo de compactación 2, según al menos una línea de contacto. En la práctica, el rodillo en material deformable está en apoyo según una banda estrecha. La cabeza se desplaza según la dirección F1 para aplicar una banda formando un ángulo $\alpha 1$ (Figura 6) con la primera línea de unión 93a.

40 La cabeza se desplaza en la misma dirección F1, hasta la primera línea de unión 93a, tal como se ilustra en la figura 4B. Para establecer parámetros de la trayectoria de la cabeza de aplicación, se define un punto de origen Po de la cabeza que corresponde por ejemplo al medio de la generación G del rodillo en contacto con la superficie. La cabeza de aplicación se desplaza hasta que el punto de origen Po esté sensiblemente sobre la primera línea de unión.

45 En referencia a las figuras 5 y 6, la cabeza de aplicación se desplaza en la misma dirección F1, tangencialmente a la primera superficie 91, sobre una distancia L1, de manera que el borde de la fibra exterior 71 de la banda aplicada en la primera superficie esté al nivel de la primera línea de unión. Para una anchura de banda igual a 2d, la dicha distancia L1 es igual a $d/\tan\alpha 1$.

50 El desplazamiento de la cabeza en la dirección F1, tangencialmente a la primera superficie, se prosigue sobre una distancia L2, siendo al menos esta distancia L2 de la misma longitud de fibra necesaria para su enrollamiento sobre la superficie redondeada entre las dos líneas de unión, sumada la distancia que separa la generatriz G del rodillo de la cala de compactación.

55 La cabeza de aplicación es a continuación inclinada hacia atrás para colocar la cala de compactación 3 en apoyo contra la primera superficie, la superficie de contacto 32 de la cala contra la banda de fibras aplicada sobre la dicha primera superficie, tal como se ilustra en la figura 4C. El basculamiento hacia atrás de la cabeza para chapar la cala de compactación se realiza al final durante el desplazamiento de la cabeza en las distancias L1 y L2 o sobre la

distancia L2, preferiblemente al final del dicho desplazamiento para evitar cualquier deslizamiento de la cala con respecto a las fibras.

5 La cabeza pivota a continuación alrededor de la superficie redondeada 93, tal como se ilustra en la figura 4D según una trayectoria que permite mantener la cala de compactación en contacto con el molde sensiblemente según al menos una línea de contacto, conservando una velocidad relativa nula entre la cala y el molde. El pivotamiento se realiza hasta que el rodillo se apoye sobre la segunda superficie 92 según una línea de contacto, más allá de la segunda línea de unión. La figura 5 ilustra la trayectoria en proyección vertical del punto P1 de la generatriz de contacto G de rodillo, siendo el dicho punto P1 el punto de la generatriz dispuesto al nivel del borde de la fibra exterior 71 de la banda. Cada punto del rodillo describe una curva involuta que corresponde con el enrollamiento de una fibra de anchura L2 alrededor del arco descrito por la superficie redondeada entre las dos líneas de unión. Al final del pivotamiento, el punto P1 llega sobre la segunda superficie 92, de manera que el borde delantero 34 de la cala de compactación esté dispuesto más allá de la segunda línea de unión, con el extremo de ese borde delantero 34 situado a la derecha del punto P1 eventualmente dispuesto sensiblemente según la dicha segunda línea de unión 93b.

15 Una vez que la cabeza ha terminado de pivotar alrededor de la superficie redondeada, tal como se ilustra en la figura 4E, el rodillo de compactación está en apoyo según una línea de contacto, la cabeza se inclina hacia adelante para levantar la cala de compactación, con el fin de que no esté más en contacto con el molde, tal como se ilustra en la figura 4F.

20 Una vez que la cala de compactación no está más en contacto, la cabeza retoma su cubrimiento con solamente el rodillo de compactación al contacto, siguiendo una dirección F2 haciendo un ángulo α_2 con respecto a la segunda línea de unión, siendo este ángulo α_2 sensiblemente igual a $180^\circ - \alpha_1$.

25 En el caso de un rodillo y de una cala de compactación en material deformable, su capacidad de deformación autoriza algunas desviaciones sobre el desplazamiento L2, y por lo tanto algunas desviaciones sobre el posicionamiento de la generatriz de contacto G antes y después del pivotamiento, asegurando una compactación del conjunto de las fibras sobre la superficie redondeada.

En el presente modo de realización, el desplazamiento de la cabeza sobre la distancia L2 permite desenrollar fibras y desfasar la cala con respecto a la primera línea de unión sobre una anchura suficiente para permitir la compactación de la banda por la cala sobre el conjunto de la superficie redondeada durante la operación de pivotamiento.

30 En variante, la aplicación de la banda sobre la superficie redondeada puede ser efectuada en varias operaciones de desplazamiento y de pivotamiento, particularmente cuando el arco de enrollamiento de cada fibra entre las dos líneas de unión es importante y/o cuando la cala presenta una longitud inferior al dicho arco de enrollamiento. En este caso, la cabeza se desplaza tangencialmente a la primera superficie sobre una distancia L1, como precedentemente, luego sobre una distancia L'2 inferior al dicho arco de enrollamiento. Después del basculamiento de la cabeza para la puesta en apoyo de la cala, se pivota la cabeza hasta la puesta en contacto del rodillo contra la superficie redondeada. La cabeza se desplaza entonces tangencialmente al punto de contacto sobre una distancia L''2 eventualmente igual a la distancia L'2. Durante este desplazamiento, la cala puede ser mantenida contra la superficie redondeada, o preferiblemente la cabeza se bascula hacia adelante para desviarla de la superficie redondeada y así evitar cualquier deslizamiento. Si la cala se ha desviado, al final del desplazamiento sobre la distancia L2, la cala es traída de nuevo contra la superficie redondeada según una línea de contacto por basculamiento hacia atrás de la cabeza. La cabeza es a continuación pivotada, tal como se describe precedentemente. Si el rodillo llega en contacto con la segunda superficie al final de este pivotamiento, la cabeza es entonces basculada hacia atrás para realizar la aplicación clásica de la banda sobre la segunda superficie. Si no, las operaciones de desplazamiento y pivotamiento son repetidas hasta la puesta en contacto del rodillo contra la segunda superficie.

50 El procedimiento según la invención puede por supuesto ser adaptado para diversas superficies de aplicación que comprenden dos superficies que forman una arista o unidas por una superficie redondeada, particularmente dos superficies sensiblemente paralelas unidas por una superficie redondeada en arco de círculo sobre 180° o más de 180° . Por otro lado, las operaciones de desplazamiento tangencial y pivotamiento precisadas pueden ser encadenadas en continuo por ejemplo para el cubrimiento sobre un cilindro de pequeño diámetro.

55 En el caso simple de dos superficies unidas por una arista viva o por una superficie redondeada cuyo radio de curvatura es suficientemente bajo para permitir una compactación de la superficie redondeada por deformación elástica de la cala de compactación, la cabeza se desplaza de una distancia al menos igual a la distancia L1 precisada, preferiblemente sumada a la distancia que separa la dicha generatriz del borde delantero de la cala de compactación, la cabeza es a continuación basculada hacia atrás para colocar en apoyo la cala, luego pivotada hasta la puesta en apoyo del rodillo contra la segunda superficie.

- 5 Las figuras 7A y 7B ilustran un segundo modo de realización de un sistema de compactación que puede ser montado sobre la estructura soporte de una cabeza. El sistema de compactación comprende como precedentemente un rodillo de compactación 102 y un órgano de compactación 103 que comprenden una banda sinfín 130, o correa, montada sobre un rodillo de devolución hacia arriba 136 y un rodillo de devolución hacia abajo 137. Los dos rodillos de devolución están montados rotativos en la estructura soporte de la cabeza, hacia abajo del rodillo de compactación, paralelamente con el eje del rodillo de compactación, la hebra inferior 138 de la banda sinfín que constituye la dicha superficie de contacto 132 por la cual el órgano de compactación está puesto en apoyo contra el molde.
- 10 Esta superficie de contacto 132 formada por una banda sinfín permite evitar un eventual deslizamiento de la superficie de contacto con respecto al molde durante la operación de pivotamiento, y permite bascular la cabeza para la puesta en apoyo de esta superficie de contacto antes de la operación de pivotamiento, sin deslizamiento con respecto a la dicha superficie del molde, por ejemplo cuando el punto de origen P0 está sobre la primera línea de unión y/o durante el desplazamiento de la cabeza sobre la distancia L1 y/o las distancias L2, L'2 y L''2 precisadas.
- 15 Ventajosamente, los rodillos de devolución 136, 137 están montados a través de un sistema de brazos laterales 135 sobre los soportes laterales 121 del rodillo de compactación, mediante los cuales el sistema de compactación está montado de manera amovible sobre la estructura soporte de la cabeza.
- 20 Las figuras 8A y 8B ilustran un tercer modo de realización del sistema de compactación en el cual el órgano de compactación 203 comprende una banda sinfín 230 montada sobre el rodillo de compactación 202 y un rodillo de devolución hacia abajo 237. Este último está montado hacia abajo y paralelamente al rodillo de compactación. La banda sinfín constituye entonces la superficie de contacto del rodillo de compactación y su hebra inferior 238 constituye la dicha superficie de contacto 232 del órgano de compactación. El rodillo de devolución hacia abajo está montado a través de los brazos laterales 235 a los soportes laterales 221 del rodillo de compactación.
- Las bandas sinfín 130 y 230 precisadas están ventajosamente constituidas de un material elastómero, revestido exteriormente de una película antiadhesiva, por ejemplo una película de Teflón.
- 25 Aunque la invención haya sido descrita en unión con diferentes modos de realización particulares, es muy evidente que no está solamente limitado y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estos entran en el marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de aplicación de una banda (8) formada de varias fibras (7), sobre

- una superficie de aplicación (90) que comprende una primera superficie (91) sensiblemente plana y una segunda superficie (92) sensiblemente plana unida por una arista o por una superficie redondeada (93),

5 - o sobre una superficie de aplicación convexa,

siendo realizada la aplicación de la banda por medio de una cabeza de aplicación (1) de fibras que comprende un sistema de compactación que comprende un rodillo de compactación (2, 102, 202), comprendiendo el dicho procedimiento la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación y el desplazamiento de la cabeza de compactación para aplicar una banda de fibras sobre la superficie de aplicación, estando el dicho procedimiento caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

10 - poner en contacto, contra la banda de fibras aplicadas sobre la superficie de aplicación, un órgano de compactación (3, 103, 203) del sistema de compactación dispuesto hacia abajo del rodillo de compactación (2, 102, 202) con respecto a la dirección de avance (F1, F2) de la cabeza, estando el dicho órgano de compactación en contacto sensiblemente contra el conjunto de las fibras de la banda según al menos una línea de contacto,

15 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la arista, alrededor de la superficie redondeada (93) o alrededor de la superficie convexa, de manera que el dicho órgano de compactación quede en contacto con la banda para compactarla, según al menos una línea de contacto, sensiblemente sin deslizamiento entre el dicho órgano de compactación y la superficie de aplicación.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende, en el caso de una superficie de aplicación que comprende una superficie sensiblemente plana y una segunda superficie sensiblemente plana unida por una arista, las siguientes etapas:

20 - poner en contacto el rodillo de compactación (2, 102, 202) contra la primera superficie según al menos una línea de contacto, y desplazar la cabeza de aplicación para aplicar una banda (8) de fibras (7) sobre la dicha primera superficie, según una primera dirección (F1) formando un ángulo α_1 con la arista,

25 - desplazar la cabeza según la dicha primera dirección tangencialmente a la primera superficie, para conducir el rodillo de compactación sensiblemente más allá de la dicha arista, y poner en contacto el órgano de compactación contra la banda de aplicación sobre la primera superficie,

30 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la arista, de manera que el dicho órgano de compactación esté en contacto con la banda según al menos una línea de contacto, siendo realizado el dicho pivotamiento hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto correspondiente sensiblemente con la anchura de la banda,

- apartar el dicho órgano de compactación de la superficie de aplicación para que no esté más en contacto con esta última, y desplazar la cabeza para aplicar la banda sobre la dicha segunda superficie, según una segunda dirección (F2) formando un ángulo α_2 , sensiblemente igual a $180^\circ - \alpha_1$, con la arista.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende, en el caso de una superficie de aplicación (90) que comprende una primera superficie (91) sensiblemente plana y una segunda superficie (92) sensiblemente plana unida por una superficie redondeada, las siguientes etapas:

40 - poner en contacto el rodillo de compactación (2, 102, 202) contra la primera superficie (91) según al menos una línea de contacto y desplazar la cabeza de aplicación para aplicar una banda (8) de fibras (7) sobre la dicha primera superficie, según una primera dirección (F1) formando un ángulo α_1 con la primera línea de unión (93a) entre la primera superficie y la superficie redondeada,

- desplazar la cabeza según la dicha primera dirección, tangencialmente a la primera superficie, para conducir el rodillo de compactación más allá de la dicha primera línea de unión, y poner en contacto el órgano de compactación contra la banda aplicada sobre la primera superficie,

45 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada, de manera que el dicho órgano quede en contacto con la banda según al menos una línea de contacto, hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto, y

- apartar el dicho órgano de compactación de la superficie de aplicación para que no esté más en contacto con esta última, y desplazar la cabeza de aplicación en contacto con la segunda superficie por su rodillo de compactación según al menos una línea de contacto para aplicar la banda sobre la dicha segunda superficie, siguiendo una

50

dirección (F2) formando un ángulo α_2 , sensiblemente igual a $180-\alpha_1$, con la segunda línea de unión entre la superficie redondeada y la segunda superficie.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende, en el caso de una superficie de aplicación convexa, las siguientes etapas:

5 - poner en contacto el rodillo de compactación (2, 102, 202) contra la superficie de aplicación convexa según al menos un punto de contacto,

- desplazar la cabeza tangencialmente a la superficie de aplicación convexa al dicho punto de contacto, en una dirección que hace un ángulo α_1 con la generatriz de la superficie convexa pasando por el dicho punto de contacto, para dirigir el rodillo de compactación más allá de la generatriz, y

10 - hacer pivotar alrededor de la superficie de aplicación convexa la cabeza de aplicación en apoyo contra la superficie de aplicación convexa por su órgano de compactación, siendo realizado el dicho pivotamiento de manera que el dicho órgano quede en contacto con la banda según al menos una línea de contacto.

5. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque, después de la puesta en contacto del órgano de compactación contra la banda aplicada sobre la primera superficie, el procedimiento comprende las siguientes etapas:

15 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación y,

20 - si el rodillo de compactación está en contacto según al menos un punto de contacto con la superficie redondeada al final de dicho pivotamiento, desplazar la cabeza tangencialmente a la superficie redondeada al dicho punto de contacto, en una dirección haciendo un ángulo α_1 con la generatriz de la superficie redondeada pasando por el dicho punto de contacto, luego hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada, estas dos etapas de desplazamiento y de pivotamiento siendo reiteradas hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto.

6. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque, después de la puesta en contacto del órgano de compactación contra la banda aplicada sobre la primera superficie, el procedimiento comprende las siguientes etapas:

25 - hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada, y

30 - antes de que el rodillo de compactación se ponga en contacto según al menos un punto de contacto con la superficie redondeada, desplazar la cabeza tangencialmente a la superficie redondeada al dicho punto de contacto, en una dirección haciendo un ángulo α_1 con la generatriz de la superficie redondeada pasando por el dicho punto de contacto, luego hacer pivotar la cabeza alrededor de la superficie redondeada, siendo reiteradas estas dos etapas de desplazamiento y de pivotamiento hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la segunda superficie según al menos una línea de contacto.

7. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizada porque, después del desplazamiento de la cabeza tangencialmente a la superficie de aplicación convexa al dicho punto de contacto, el procedimiento comprende las siguientes etapas:

35 - hacer pivotar alrededor de la superficie de aplicación convexa la cabeza de aplicación en apoyo contra la superficie de aplicación convexa por su órgano de compactación, hasta la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación convexa, y

40 - reiterar las etapas de desplazamiento y de pivotamiento precedentes una o varias veces.

8. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque, después del desplazamiento de la cabeza tangencialmente a la superficie de aplicación convexa al dicho punto de contacto, el procedimiento comprende las siguientes etapas:

45 - hacer pivotar alrededor de la superficie de aplicación convexa la cabeza de aplicación en apoyo contra la superficie de aplicación convexa por su órgano de compactación, y

- antes de la puesta en contacto del rodillo de compactación contra la superficie de aplicación convexa, reiterar las etapas de desplazamiento y de pivotamiento precedentes una o varias veces.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado porque el ángulo α_1 está comprendido entre 10° y 80° .

10. Máquina de aplicación de fibras, para la realización de piezas en materiales compuestos, utilizable para la aplicación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9 que comprenden:

5 - una cabeza de aplicación (1) de fibras, apto para aplicar sobre una superficie de aplicación (90) una banda (8) formada de varias fibras (7) planas, y que comprende un sistema de compactación que comprende un rodillo de compactación (2, 102, 202) destinado para estar en contacto contra la superficie de aplicación para aplicar la banda, y los medios de guía de fibra sobre el dicho rodillo de compactación, y

- un sistema de desplazamiento (5) de la dicha cabeza de aplicación,

10 el dicho sistema de compactación que comprende además un órgano de compactación (3, 103, 203) dispuesto hacia abajo del dicho rodillo de compactación y presentando una superficie de contacto (32, 132, 232) sensiblemente plana, siendo apto el dicho órgano de compactación para ser conducido en apoyo por su superficie de contacto, contra una superficie de adaptación, sobre sensiblemente toda la anchura de una banda, según al menos una línea de contacto, caracterizado porque el dicho órgano de compactación comprende una banda sinfín(130, 230) montado sobre un rodillo de devolución hacia arriba (136, 202) y un rodillo de devolución hacia abajo (137, 237), la hebra inferior (138, 238) de la banda sinfín que constituye la dicha superficie de contacto (132, 232) del órgano de compactación.

15 11. Máquina de aplicación según la reivindicaciones 10, caracterizada porque la dicha banda sinfín (130) está montada sobre un rodillo de devolución hacia arriba (136) y un rodillo de devolución hacia abajo (137) estando los dos rodillos montados hacia abajo del rodillo de compactación, paralelamente con el eje del rodillo de compactación.

20 12. Máquina de aplicación según la reivindicación 10, caracterizada porque el dicho rodillo de devolución hacia arriba está constituido por el dicho rodillo de compactación (202), estando montada la dicha banda sinfín (230) sobre el rodillo de compactación (202) y un rodillo de devolución hacia abajo (237), el dicho rodillo de devolución hacia abajo estando montado hacia abajo y paralelamente al rodillo de compactación, la dicha banda sinfín que constituye la superficie de contacto del rodillo de compactación.

25 13. Máquina de aplicación según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizada porque la cabeza de aplicación de fibra comprende una estructura soporte (10) por la cual la dicha cabeza esta ensamblada al sistema de desplazamiento, el órgano de compactación y el rodillo de compactación están montados sobre la dicha estructura soporte de manera fija el uno con respecto al otro.

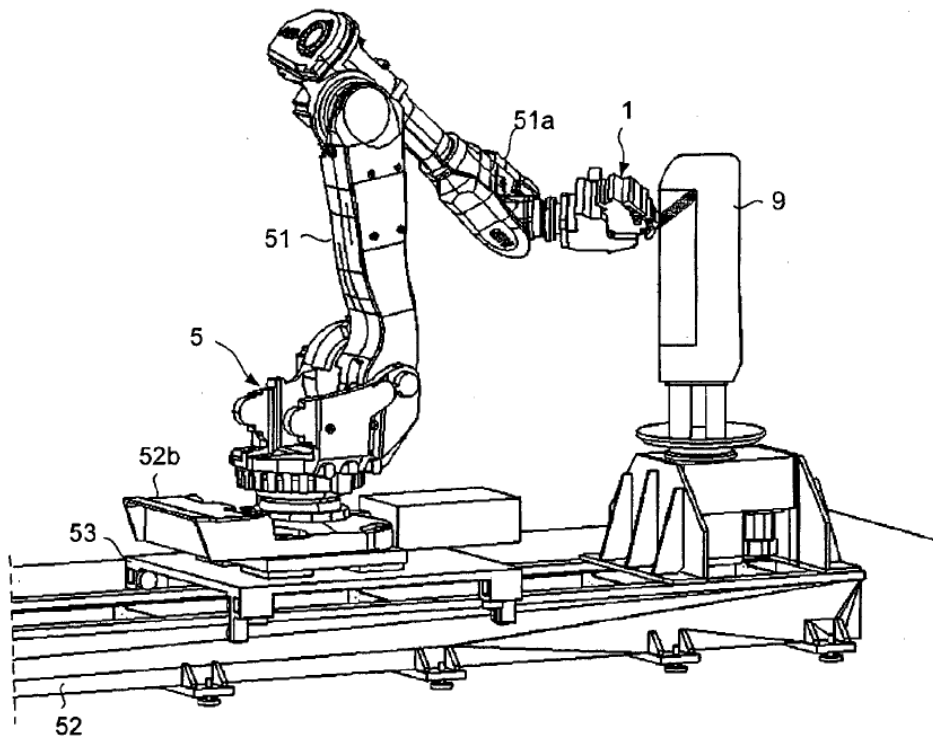


FIG. 1

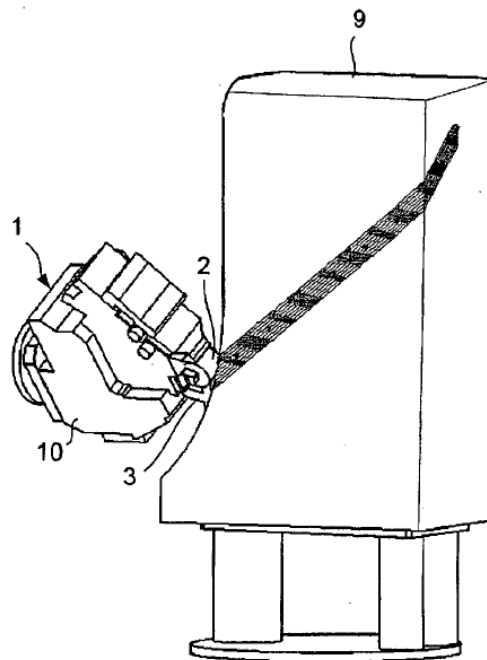


FIG. 2

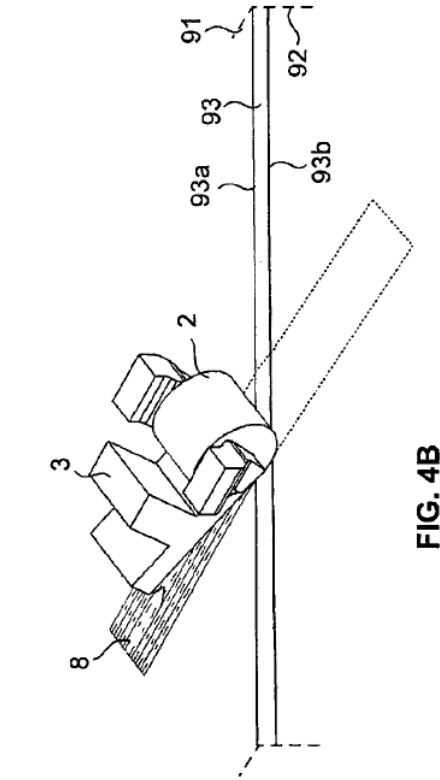


FIG. 3

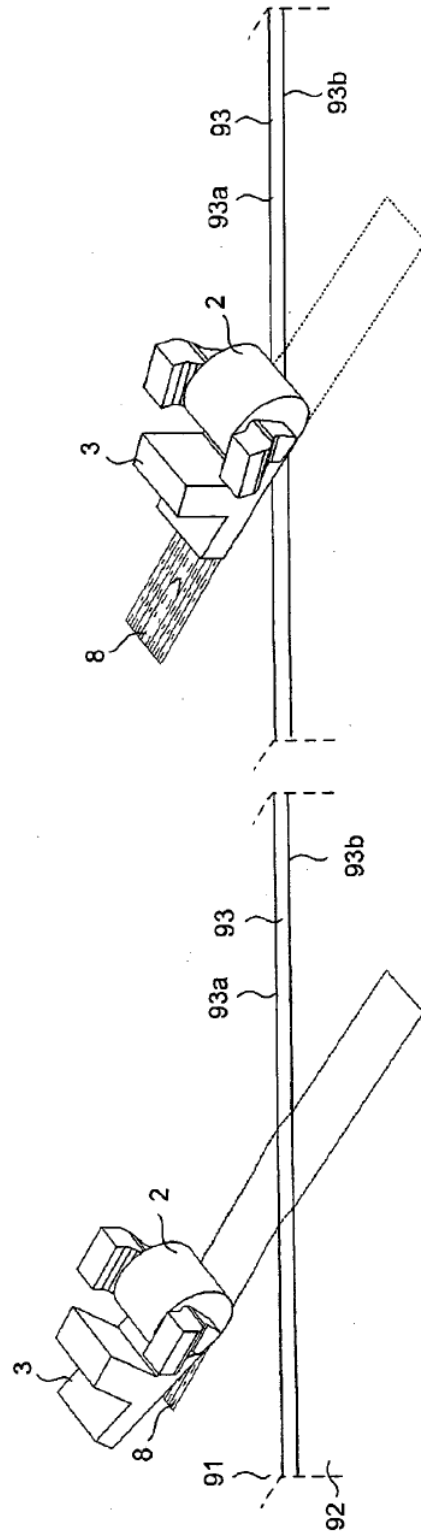


FIG. 4A

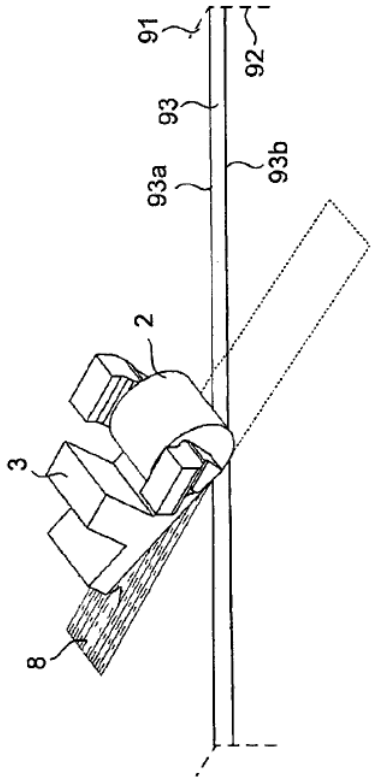


FIG. 4B

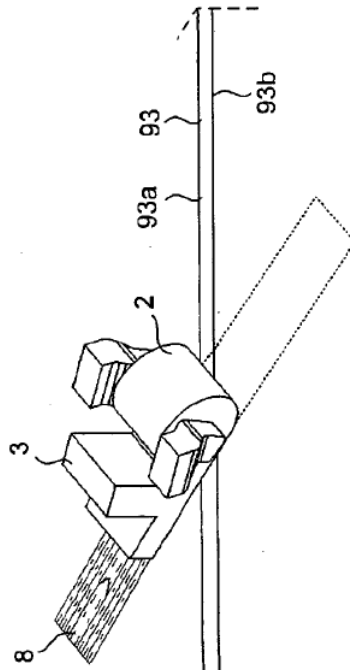


FIG. 4C

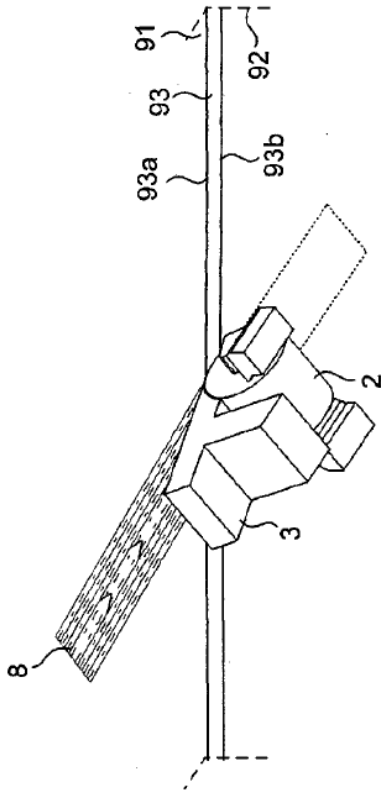


FIG. 4F

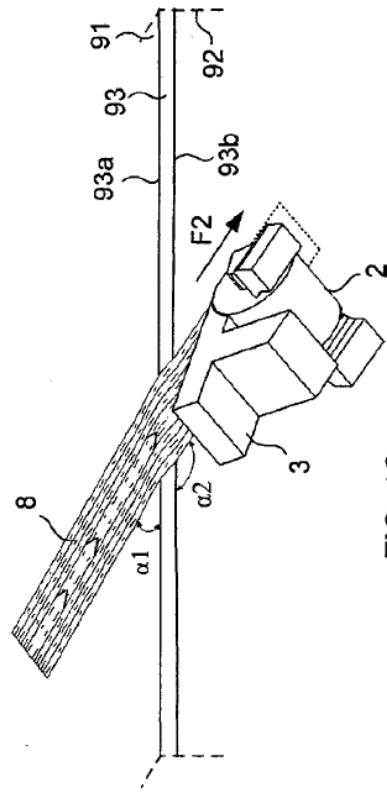


FIG. 4G

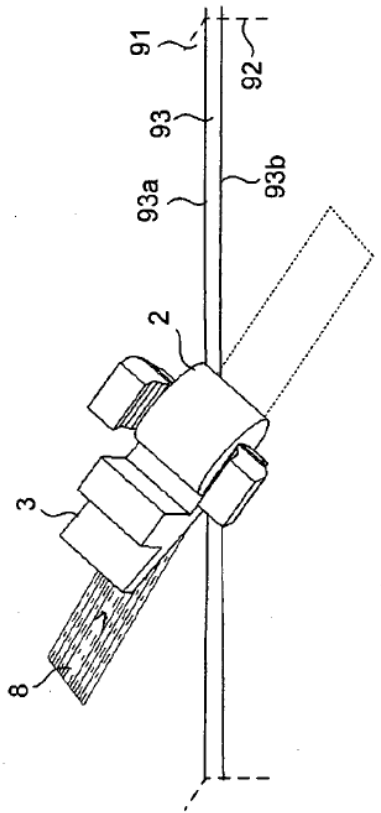


FIG. 4D

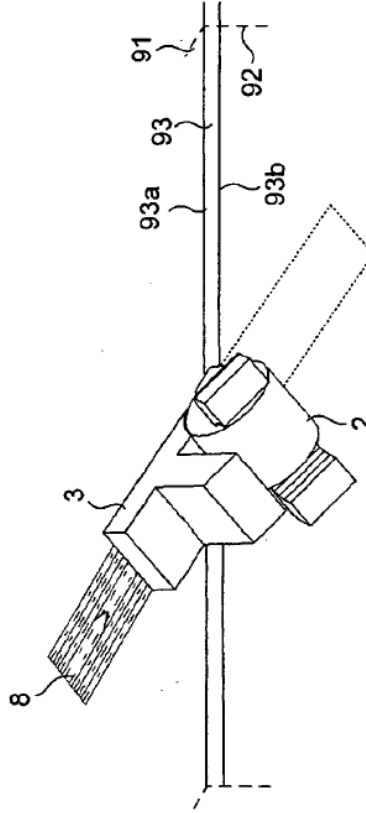


FIG. 4E

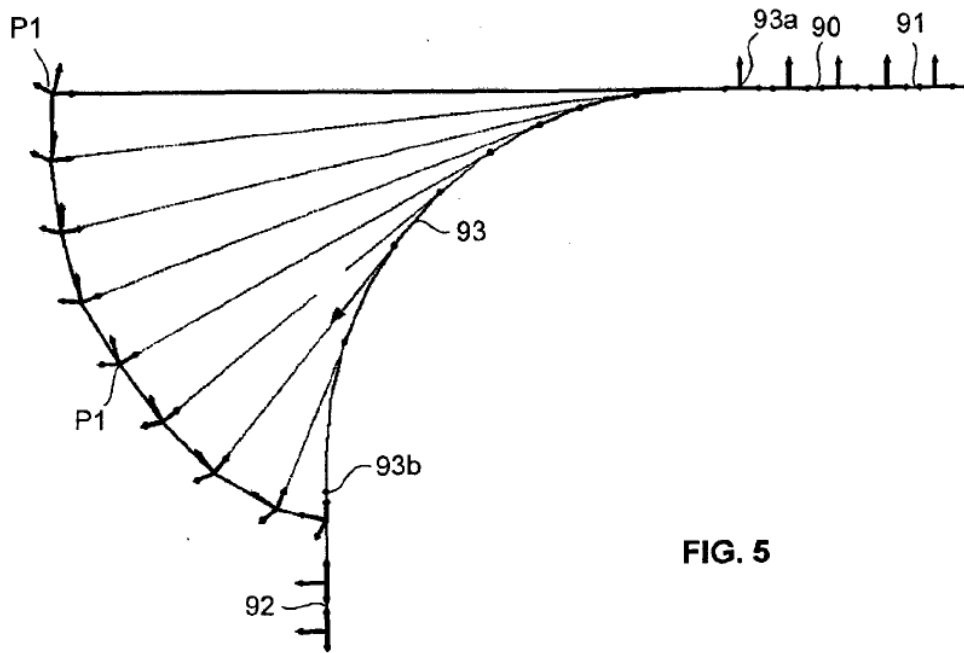


FIG. 5

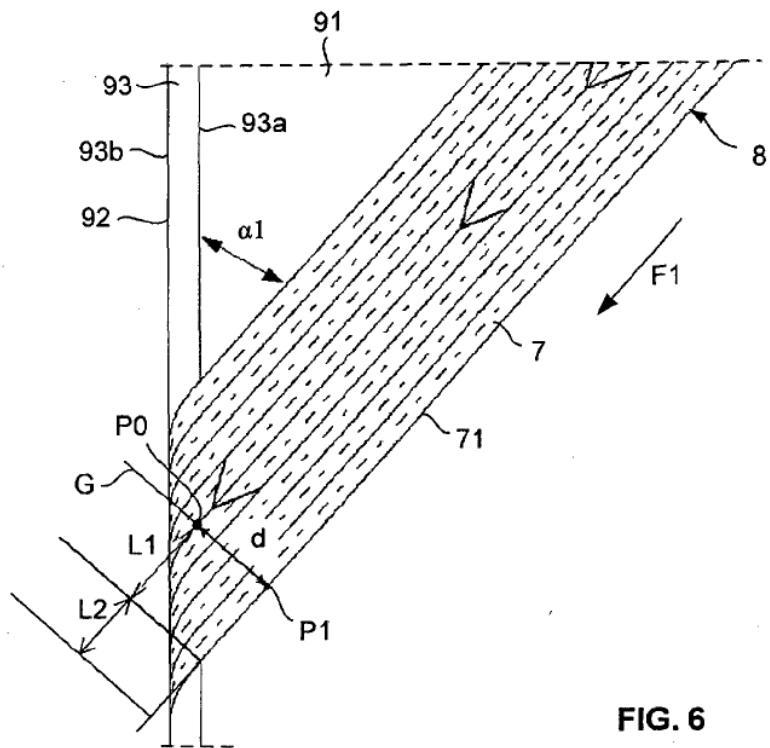


FIG. 6

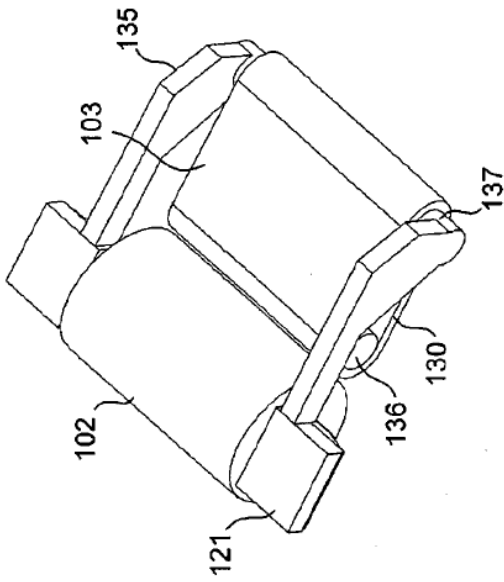


FIG. 7A

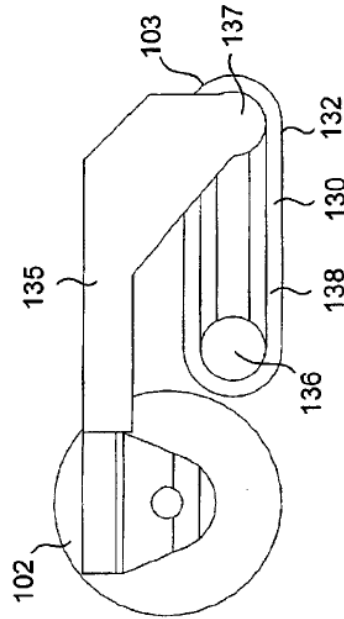


FIG. 7B

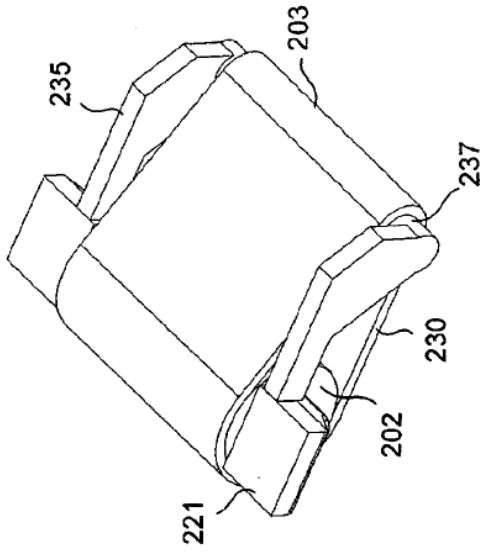


FIG. 8A

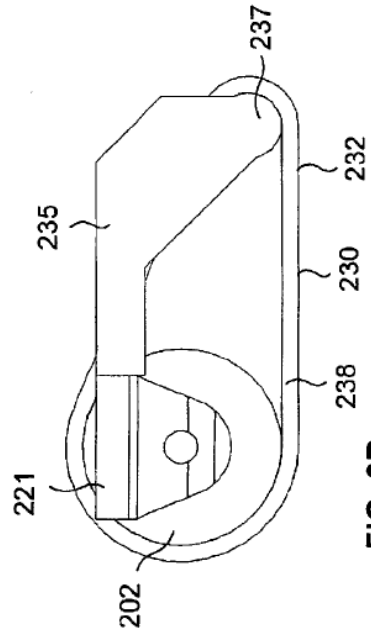


FIG. 8B