

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 371**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)

F28F 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2010 E 10734111 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2454081**

54 Título: **Máquina de aplicación de fibras que comprende un rodillo de compactación flexible con sistema de regulación térmica**

30 Prioridad:

17.07.2009 FR 0954963

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

30.12.2013

73 Titular/es:

**COROLIS COMPOSITES (100.0%)
8 cours Général Giraud
69001 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**HAMLIN, ALEXANDER y
HARDY, IVAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 436 371 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

Máquina de aplicación de fibras que comprende un rodillo de compactación flexible con sistema de regulación térmica.

5 La presente invención se refiere a una máquina de aplicación de fibras para la producción de piezas de materiales compuestos y, más concretamente, a una máquina de este tipo que comprende un sistema de calentamiento de las fibras y un rodillo de compactación resistente al calentamiento.

10 Se conocen máquinas de aplicación de fibras para aplicar sobre una superficie de aplicación de un molde macho o hembra, una banda ancha formada al menos por una fibra plana, de tipo cinta, preimpregnada con resina, en particular, fibras de carbono preimpregnadas con una resina termoendurecible o termoplástica, y en particular, máquinas denominadas de colocación de fibras para la aplicación de una banda ancha formada por varias fibras preimpregnadas con resina.

15 Estas máquinas de colocación de fibras, tales como las descritas en el documento de patente W02006/092514, comprenden de forma convencional un cabezal de colocación de fibras y un sistema de desplazamiento de dicho cabezal de aplicación de fibras. Dicho cabezal de colocación de fibras comprende, de forma convencional, un rodillo de compactación, que tiene por objeto ponerse en contacto con el molde para aplicar la banda de fibras preimpregnadas, medios de guía de las fibras en forma de una banda sobre dicho rodillo de compactación, y un sistema de calentamiento para calentar las fibras preimpregnadas.

20 El rodillo de compactación presiona la banda de fibras contra la superficie de aplicación del molde, o contra la banda, o bandas, de fibras previamente depositadas, para facilitar la adhesión de las bandas depositadas entre sí, así como para evacuar progresivamente el aire aprisionado entre las bandas depositadas.

25 El sistema de calentamiento garantiza un calentamiento de la banda de fibras preimpregnadas, y/o del molde o de las bandas ya aplicadas aguas arriba del rodillo de compactación, justo antes de la compactación de la banda, con el fin de ablandar al menos la resina y favorecer de este modo la adhesión de las bandas entre sí. El sistema de calentamiento de la banda garantiza generalmente al menos un calentamiento de la banda justo antes de su compactación.

Para garantizar una compactación sustancialmente uniforme sobre toda la amplitud de la banda, el cabezal de colocación de fibras comprende ventajosamente un rodillo de compactación adecuado para adaptarse a la superficie de aplicación, y preferentemente un rodillo de compactación de un material denominado flexible, que es elásticamente deformable, generalmente un elastómero.

30 En el caso de resinas termoendurecibles, las fibras preimpregnadas se calientan de forma convencional simplemente para ablandarlas, a una temperatura del orden de 40 °C. A estas temperaturas, de manera ventajosa se puede utilizar un rodillo flexible de material elastomérico. Después de la aplicación de varias capas de bandas superpuestas, la pieza resultante se endurece, por polimerización, al vacío, haciéndola pasar por un horno, generalmente por una autoclave.

35 En el caso de resinas termoplásticas, las fibras preimpregnadas deben calentarse a temperaturas más elevadas, al menos hasta que la temperatura de fusión de la resina alcance los 200 °C para resinas de tipo nylon, y hasta casi 400 °C para resinas de tipo PEEK. A continuación, de manera ventajosa se realiza una operación de endurecimiento, denominada de consolidación, de la pieza resultante, haciéndola pasar por un horno.

40 El calentamiento durante la aplicación de la banda, puede realizarse mediante un sistema de calentamiento de tipo láser para obtener un calentamiento preciso y concentrado. Debido a las altas temperaturas de calentamiento, los cabezales de colocación de fibras poseen rodillos de compactación metálicos, resistentes al calor, que además pueden enfriarse interiormente a través de un circuito de agua.

45 Para poder adaptarse al perfil de la superficie de aplicación, se han propuesto rodillos de compactación metálicos segmentados, que comprenden varios segmentos de rodillos independientes montados a cada lado sobre un mismo eje, siendo cada segmento desplazable radialmente y de forma independiente, y estando unido elásticamente contra la superficie de aplicación. No obstante, estos rodillos metálicos segmentados parecen tener una estructura y aplicación complejas.

50 Asimismo, se han probado rodillos flexibles formados a partir de un elastómero, denominado de alta temperatura, que incluye un estabilizante térmico. Estos rodillos no obstante han resultado ser insuficientes para el empleo de resinas termoplásticas.

Para permitir la utilización de un rodillo flexible a las temperaturas de utilización de las resinas termoplásticas, se ha

propuesto, particularmente en el documento de patente FR 2 878 779, un cabezal provisto de dos rodillos de compactación con un sistema de calentamiento que actúa entre los dos rodillos y que libera una radiación térmica sustancialmente perpendicular a la banda, entre los dos rodillos. Un cabezal de dos rodillos de este tipo presenta un volumen muy significativo que impide el depósito de fibras sobre algunos perfiles de superficie de aplicación. Por otro lado, el calentamiento de las bandas previamente depositadas para su adhesión por soldadura a la nueva banda aplicada se realiza únicamente por conducción térmica, lo que constituye un factor limitativo de la velocidad de aplicación de las fibras.

El documento US6026883 describe una máquina de aplicación de fibras de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El objeto de la presente invención es proponer una solución con el propósito de paliar los inconvenientes anteriormente mencionados, que permite en particular el empleo de una gran variedad de resinas, tanto termoendurecibles como termoplásticas, con una compactación sustancialmente uniforme de la banda aplicada, y que sea simple en cuanto a diseño y realización.

A tal efecto, la presente invención propone una máquina de aplicación de fibras para la producción de piezas de materiales compuestos que comprende

- un rodillo de compactación para aplicar sobre una superficie de aplicación una banda formada al menos por una fibra plana preimpregnada de resina, preferentemente formada por varias fibras planas preimpregnadas de resina, comprendiendo dicho rodillo de compactación un tubo central rígido por el que dicho rodillo se monta de forma giratoria sobre una estructura soporte de la máquina, y un cilindro fabricado de un material flexible o maleable, elásticamente deformable, ensamblado coaxialmente sobre dicho tubo central, y

- un sistema de calentamiento adecuado para emitir una radiación térmica en dirección a la banda, justo antes de su compactación por el rodillo de compactación,

caracterizada porque dicho tubo central está provisto de orificios radiales, teniendo dicho cilindro de material flexible medios de comunicación fluida adecuados para poner en comunicación fluida dichos orificios radiales con la superficie externa de dicho cilindro, comprendiendo dicha máquina medios de regulación térmica adecuados para inyectar un fluido de regulación térmica, preferentemente gaseoso, en el paso interno del tubo central.

De acuerdo con la invención, la máquina comprende un rodillo de compactación flexible regulado térmicamente mediante un sistema de regulación térmica por circulación de un fluido de regulación térmica. El sistema de regulación térmica comprende

- orificios dispuestos en la pared tubular del tubo central, atravesando de un lado a otro esta última, siendo dicho tubo central, por ejemplo, metálico y/o de sección cilíndrica,

- medios de comunicación fluida previstos a nivel del cilindro de material flexible para permitir la circulación de un fluido de regulación térmica a través del cilindro, de los orificios radiales hacia la superficie externa del cilindro,

- y medios de regulación térmica adecuados para inyectar un fluido de regulación térmica, preferentemente gaseoso, ventajosamente un gas a temperatura ambiente o enfriado, en particular aire, en el paso interno del tubo central por al menos uno de sus extremos, el fluido de regulación térmica pasa por los orificios radiales, atraviesa el cilindro de material flexible para llegar hasta su superficie externa.

En el caso de un fluido de regulación térmica a temperatura ambiente, comprendida, por ejemplo, entre 15 °C y 30 °C, o enfriado a una temperatura inferior a 15 °C, esta circulación del fluido de regulación térmica en el rodillo de compactación permite un enfriamiento del rodillo de compactación en superficie, así como en el grosor del cilindro de material flexible y permite, de este modo, la utilización de un rodillo de compactación flexible estable utilizable para la aplicación de fibras preimpregnadas de resina, en particular, de resinas termoplásticas. La máquina, de acuerdo con la invención, que comprende un rodillo de compactación de diseño sencillo, ofrece la posibilidad de utilizar una gran variedad de resinas termoendurecibles o termoplásticas combinadas con una gran variedad de fibras, sintéticas o naturales, híbridas o no, en particular unas fibras habitualmente empleadas en el campo de los compuestos, tales como las fibras de vidrio, las fibras de carbono, de cuarzo y de aramida.

De acuerdo con una particularidad, dichos medios de comunicación fluida son adecuados para poner dicha superficie externa del cilindro en comunicación fluida con las caras laterales del rodillo de compactación para, de este modo, evacuar el fluido de regulación térmica al menos lateralmente hacia el exterior durante la utilización de la máquina.

De acuerdo con un modo de realización, dichos medios de comunicación fluida comprenden canales radiales,

desembocando cada canal radial en un orificio radial del tubo central y en la superficie externa del cilindro. Los orificios radiales se reparten sobre la pared cilíndrica del tubo central. El tubo central presenta por ejemplo varios conjuntos de orificios separados longitudinalmente a lo largo del eje del rodillo de compactación, comprendiendo cada conjunto una serie de orificios dispuestos en un espacio angular regular.

5 De acuerdo con un modo de realización, dichos medios de comunicación comprenden ranuras longitudinales que desembocan en las caras laterales del cilindro, desembocando dichos canales radiales en dichas ranuras longitudinales. Para una mejor distribución del flujo del fluido de regulación térmica sobre la superficie externa, dichos medios de comunicación fluida comprenden ventajosamente ranuras circulares en las que desembocan dichos canales radiales.

10 De acuerdo con un modo de realización, los medios de comunicación fluida están constituidos por la naturaleza porosa del material que constituye el cilindro, dichos medios de comunicación fluida comprenden entonces un cilindro fabricado de un material flexible poroso, elásticamente deformable tal como una espuma alveolar termoplástica y/o elastomérica de células abiertas, o de un material de fibras no tejidas, tales como fibras sintéticas, fibras de vidrio o fibras metálicas, preferentemente una espuma elastomérica de células abiertas. En este caso, la
15 evacuación del fluido de regulación térmica se realiza por las caras laterales del cilindro.

De acuerdo con un modo de realización, dichos medios de comunicación fluida comprenden una funda que recubre la superficie externa del cilindro, estando formada dicha funda por un material poroso, que permite de este modo la evacuación del fluido de regulación térmica por las caras laterales de dicha funda. Dicho material poroso está formado por ejemplo por una espuma termoplástica y/o elastomérica de células abiertas, o por un material de fibras
20 no tejidas. El material poroso de la funda es elásticamente deformable para seguir la deformación del cilindro durante la aplicación de fibras, pero presenta una elasticidad menos significativa que la del material flexible, y eventualmente poroso, constituyendo el cilindro con el fin de garantizar la evacuación del fluido de regulación térmica.

De acuerdo con un modo de realización, dicho rodillo comprende una funda protectora que recubre dicho cilindro y que forma una protección a la radiación térmica emitida por el sistema de calentamiento, estando dicha funda protectora formada, por ejemplo, por un tejido de fibras de vidrio.
25

Esta funda protectora permite evitar un calentamiento del rodillo de compactación sobre todo su grosor debido a la radiación térmica del sistema de calentamiento dirigido hacia el rodillo de compactación. Esta protección absorbe y/o refleja la radiación térmica, sirviendo entonces el fluido de regulación térmica para enfriar esta funda protectora para
30 evitar un calentamiento del cilindro por conducción.

En el caso de la colocación de fibras, la máquina comprende, de forma convencional, medios de corte que permiten cortar individualmente las fibras aguas arriba del rodillo de compactación y medios de re-direccionamiento, dispuestos aguas arriba de los medios de corte, para re-direccionar cada fibra recién cortada hacia el rodillo de compactación para poder detenerle en cualquier momento y retomar la aplicación de la banda, así como modificar la anchura de banda aplicada. Cuando la banda aplicada tiene una anchura reducida, por ejemplo, únicamente de 10
35 fibras para un cabezal de colocación de 16 ó 32 fibras, el rodillo recibe directamente la radiación térmica, sin fibras intercaladas entre la fuente térmica y el rodillo. La funda de protección permite evitar el sobrecalentamiento debido a esta radiación térmica directa.

De acuerdo con un modo de realización, en sustitución de la funda protectora, o en combinación con esta última, dicho cilindro está formado por un material sustancialmente transparente a dicha radiación térmica, tal y como se describe en la solicitud de patente francesa presentada por la solicitante, el mismo día que la presente solicitud de patente, titulada "Máquina de aplicación de fibras con rodillo de compactación transparente a la radiación del sistema de calentamiento". En la presente, por material "sustancialmente transparente a la radiación térmica", se entiende un material que tiene una absorbancia débil en la longitud, o longitudes, de onda de dicha radiación térmica. De
40 acuerdo con un modo de realización, dicho material flexible es un elastómero. Preferentemente, dicho material flexible es una silicona o polisiloxano, o un poliuretano, preferentemente una silicona. De acuerdo con una particularidad, dicho sistema de calentamiento emite una radiación infrarroja de longitud o longitudes de onda comprendidas entre 780 nm y 1500 nm, teniendo por tanto dicho material elásticamente deformable una escasa absorbancia al menos en este intervalo de longitudes de onda comprendido entre 780 nm y 1500 nm.
45 Preferentemente, dicho sistema de calentamiento emite una radiación infrarroja de longitud o longitudes de onda comprendidas entre 850 nm y 1100 nm.
50

De acuerdo con un modo de realización, dicho rodillo de compactación comprende una capa exterior antiadherente que recubre dicho cilindro de un material flexible, cuando dicho rodillo comprende una funda de un material poroso, y/o una funda protectora, estando estas últimas intercaladas entre dicho cilindro y dicha capa exterior antiadherente, estando dicha capa antiadherente formada ventajosamente por una película antiadherente, tal como una película de PTFE (Politetrafluoroetileno), de forma convencional denominada película de teflón, que está, por ejemplo, termo-
55 retraída en el cilindro. En este caso, el fluido de regulación térmica también regula la temperatura de dicha capa

exterior antiadherente.

De acuerdo con un modo de realización, dicho sistema de calentamiento es un sistema de tipo láser, en particular diodos láser, un láser YAG o un láser de fibra. Como variante, el sistema de calentamiento puede comprender una o varias lámparas infrarrojas.

5 De acuerdo con un modo de realización, dicha máquina comprende adicionalmente medios de regulación térmica adecuados para suministrar un flujo de fluido de regulación térmica, en particular de aire, en dirección al rodillo de compactación, para regular la temperatura, en particular enfriar, dicho rodillo de compactación desde el exterior. En este caso, la regulación térmica del rodillo se realiza desde el interior del rodillo y desde el exterior del rodillo de compactación, preferentemente con un mismo fluido de regulación térmica, preferentemente aire.

10 De acuerdo con un modo de realización, dichos medios de regulación son adecuados para inyectar un fluido de regulación térmica a temperatura ambiente, preferentemente comprendida entre 15 °C y 30 °C, o un fluido de regulación térmica enfriado a una temperatura inferior a 15 °C, preferentemente un gas a temperatura ambiente o enfriado, preferentemente aire a temperatura ambiente, con el fin de enfriar el rodillo de compactación.

15 La presente invención tiene también por objeto un rodillo de compactación, tal y como se ha descrito anteriormente, para una máquina de aplicación de fibras, que comprende un tubo central rígido y un cilindro fabricado de un material flexible y maleable, elásticamente deformable, ensamblado sobre dicho tubo central, y caracterizado en particular por que dicho tubo central está provisto de orificios radiales, teniendo dicho cilindro de material flexible medios de comunicación fluida adecuados para poner en comunicación fluida dichos orificios con la superficie externa de dicho cilindro.

20 La invención se comprenderá mejor, y se pondrán de manifiesto con más claridad otros objetivos, detalles, características y ventajas a lo largo de la siguiente descripción explicativa que detalla modos de realización particulares actualmente preferidos de la invención, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática lateral de un cabezal de aplicación de fibras de acuerdo con un primer modo de realización de la invención, que comprende un rodillo de compactación y un sistema de calentamiento;

25 - la figura 2 es una vista en perspectiva del rodillo de compactación de la máquina de la figura 1;

- las figuras 3A y 3B son vistas laterales transversal y longitudinal, con extracciones parciales, del rodillo de compactación de la figura 2;

- la figura 4 es una vista en perspectiva de un rodillo de compactación de una máquina de acuerdo con un segundo modo de realización;

30 - las figuras 5A y 5B son vistas laterales transversal y longitudinal, con extracciones parciales, del rodillo de compactación de la figura 4;

- la figura 6 es una vista en perspectiva de un rodillo de compactación de una máquina de acuerdo con un tercer modo de realización;

- la figura 7 es una vista longitudinal lateral del rodillo de compactación de la figura 6 con una extracción parcial;

35 - la figura 8 es una vista en perspectiva de un rodillo de compactación de una máquina de acuerdo con un cuarto modo de realización; y

- la figura 9 es una vista longitudinal lateral, con extracción parcial, del rodillo de compactación de la figura 8.

40 Con referencia a la figura 1, la máquina de aplicación comprende un cabezal de aplicación 1 para la aplicación de una banda 8 de fibras preimpregnadas de resina, comprendiendo dicho cabezal un rodillo de compactación 2 que está montado de forma giratoria alrededor de un eje A sobre una estructura soporte (no representada) del cabezal, estando montado el cabezal mediante dicha estructura soporte en el extremo de un sistema de desplazamiento, por ejemplo, un puño robótico.

45 Adicionalmente, el cabezal comprende un sistema de calentamiento 9 también montado sobre la estructura soporte, aguas arriba del rodillo con respecto a la dirección de avance D del cabezal de aplicación durante la aplicación de la banda 8 de fibras sobre una superficie de aplicación S. El dispositivo de calentamiento es, por ejemplo, un sistema de calentamiento de tipo láser, cuya radiación se dirige en dirección a la banda, justo antes de su compactación, así como hacia la banda, o las bandas, ya depositadas. Tal y como se ilustra en la figura 1, la radiación se dirige de este

modo de forma oblicua hacia el rodillo para calentar una sección de banda dispuesta sobre el rodillo, antes de su compactación por este último.

5 En el caso de una máquina de colocación de fibras, el cabezal comprende medios de guía que guían las fibras que entran en el cabezal hacia el rodillo de compactación 2 en forma de una banda de fibras preimpregnadas de resina, estando las fibras de banda dispuestas a cada lado de forma sustancialmente unidas. Mediante el desplazamiento del cabezal por el robot, el rodillo de compactación se pone en contacto con la superficie de aplicación de un molde S para aplicar la banda.

10 Con referencia a las figuras 2, 3A y 3B, el rodillo de compactación de acuerdo con la invención comprende un cuerpo cilíndrico o cilindro 3 de un material flexible, elásticamente deformable por compresión. El cilindro presenta un paso central 31 cilíndrico para su ensamblaje sobre un núcleo soporte formado por un tubo central 4 rígido cilíndrico, por ejemplo metálico, tal como de aluminio. El cilindro 3 y el tubo central 4 son coaxiales y están unidos rotativamente entre sí. El cilindro está constituido, por ejemplo, por un elastómero no expandido, tal como una silicona o polisiloxano, o un poliuretano.

15 El cilindro de material flexible permite al rodillo de compactación adaptarse a las variaciones de curvatura de la superficie de aplicación y de este modo aplicar una presión sustancialmente uniforme sobre el conjunto de la banda depositada. El tubo rígido permite el montaje rotatorio del rodillo sobre la estructura soporte.

20 El tubo central está provisto de orificios radiales 41, por ejemplo cilíndrico, que atraviesan la pared cilíndrica del tubo central de un lado a otro. Los orificios radiales desembocan de este modo sobre el paso interno 42 del tubo central y sobre el cilindro. Este último está provisto de canales radiales 32, alineados con dichos orificios radiales, y que presentan diámetros sustancialmente idénticos a los de dichos orificios radiales. En el ejemplo ilustrado, el tubo central comprende seis conjuntos de orificios radiales 41, desplazados longitudinalmente a lo largo del eje A del rodillo, cada conjunto comprende varios orificios radiales dispuestos en el espacio angular regular, por ejemplo, ocho orificios radiales a 45 ° entre sí. El cilindro comprende así seis conjuntos de canales radiales 32 comprendiendo cada uno ocho canales radiales a 45 ° entre sí.

25 Cada canal radial 32 desemboca sobre la superficie externa 33 cilíndrica del cilindro 3, a la altura de la intersección de una ranura longitudinal 34 y de una ranura circular 35. Las ranuras longitudinales 34, en total ocho en este ejemplo, se extienden por toda la longitud del cilindro de una cara lateral 36 a la otra del cilindro.

30 El cilindro está revestido exteriormente por una capa exterior antiadherente 5, formada en este caso por una película de teflón termo-retráctil sobre la superficie exterior del cilindro. La película de teflón recubre de este modo las ranuras longitudinales y las ranuras circulares dispuestas sobre la superficie externa del cilindro. La película de teflón, mediante la cual el rodillo está en contacto con la banda, limita la adherencia del rodillo a las fibras así como la obstrucción del rodillo.

35 El rodillo de compactación se monta por los extremos 43 abiertos de su tubo central, por ejemplo, entre dos bridas de la estructura soporte del cabezal. La máquina comprende medios de regulación térmica (no representados), que permiten inyectar un gas a temperatura ambiente, comprendida entre 15 °C y 30 °C, o un gas enfriado a una temperatura inferior a 15 °C, en particular aire, por uno de los extremos 43 abiertos del tubo central. Esta inyección de aire se realiza por medio de un sistema de junta giratoria, conocido en sí mismo. El paso del tubo central presenta ventajosamente un refrentado 44 para el montaje del sistema de junta giratoria. En funcionamiento, el aire inyectado al menos por uno de los extremos 43 abiertos del tubo central, pasa por los orificios radiales 41, luego por los canales radiales 32 del cilindro para repartirse en las ranuras circulares 35 y longitudinales 34, y salir por las caras laterales 36 del cilindro sobre las que desembocan las ranuras longitudinales. Ventajosamente, el fluido de regulación térmica es aire a temperatura ambiente o enfriado, preferentemente aire a temperatura ambiente, para enfriar el rodillo de compactación y mantenerlo por ejemplo a una temperatura del orden de 30 °C.

45 Como variante, el cilindro puede, adicionalmente, fabricarse de un material flexible sustancialmente transparente a la radiación emitida por el sistema de calentamiento.

Como ejemplo, el material flexible sustancialmente transparente a la radiación térmica es un elastómero de tipo silicona, en particular el elastómero de silicona comercializado con la marca registrada Silastic T-4 por la compañía Dow Corning.

50 El sistema de calentamiento de tipo láser puede comprender diodos láser, dispuestos en una o varias hileras, que emiten una radiación de longitud, o longitudes, de onda comprendidas entre 880 a 1030 nm, por ejemplo, un láser de fibra óptica o un láser YAG, que emite a una longitud de onda del orden de 1060 nm.

Con el fin de completar la regulación térmica del rodillo desde el interior, el sistema de regulación térmica puede comprender adicionalmente medios de regulación térmica adecuados para suministrar un flujo de aire, en dirección

al rodillo de compactación, para enfriar dicho rodillo de compactación también desde el exterior.

5 Las figuras 4, 5A y 5B ilustran un segundo modo de realización de la invención en el que el rodillo de compactación 102 comprende, como se ha indicado anteriormente, un tubo central rígido 104 provisto de orificios radiales 141, un cilindro 103 de material flexible elásticamente deformable provisto de canales radiales 132. En este ejemplo, las ranuras longitudinales circulares descritas anteriormente, para mejorar la distribución del flujo de aire inyectado sobre la superficie del cilindro y su liberación por las caras laterales del cilindro, se sustituyen por una funda 106 que cubre la superficie externa 133 del cilindro, estando formada dicha funda por un material poroso, tal como una espuma termoplástica y/o elastomérica de células abiertas, o por un material de fibras no tejidas. Este material poroso presenta una cierta elasticidad para seguir las deformaciones del cilindro durante el apoyo del rodillo contra la superficie de aplicación. Una funda exterior antiadherente 105 recubre dicha funda de material poroso. Después del paso en el paso interno 142 y los orificios radiales 141 del tubo central 104, después en los canales radiales 132 del cilindro, el aire inyectado pasa a través de la funda de material poroso y se libera lateralmente por las caras laterales 161 de dicha funda.

15 Las figuras 6 y 7 ilustran un tercer modo de realización de la invención en el que el rodillo de compactación 202 comprende, como en el primer modo de realización, un tubo central 204 rígido provisto de orificios radiales 241, un cilindro 203 de material flexible elásticamente deformable y una funda exterior antiadherente 205 que recubre la superficie externa 233 del cilindro. En este modo de realización, el cilindro no comprende canales radiales, pero está constituido por un material flexible elásticamente deformable, y poroso. El aire inyectado, que sale del paso interno 242 del tubo central 204 por los orificios 241 radiales, atraviesa el conjunto del cilindro poroso y sale por las caras laterales 236 del cilindro. El material flexible poroso es una espuma termoplástica y/o elastomérica de células abiertas, o un material de fibras no tejidas, por ejemplo, una espuma elastomérica de células abiertas.

25 Las figuras 8 y 9 ilustran un cuarto modo de realización de la invención en el que el rodillo de compactación 302 comprende, como en el tercer modo de realización, un tubo central 304 rígido provisto de orificios radiales 341, un cilindro 303 de material flexible poroso elásticamente deformable, y una funda exterior antiadherente 305 que recubre dicho cilindro. El rodillo de compactación comprende además una funda de protección 307 intercalada entre la superficie externa 333 del cilindro y la funda exterior antiadherente. Esta funda protectora absorbe y/o refleja la radiación térmica emitida por el sistema de calentamiento 9 de modo que el cilindro de material flexible no sea alcanzado por dicha radiación. El aire inyectado, que sale del paso interno 342 del tubo central 304 por los orificios radiales 341, atraviesa el conjunto del cilindro para enfriar la banda protectora y se libera por las caras laterales 336 del cilindro.

30 En el modo de realización descrito, el sistema de regulación térmica se utiliza para enfriar el rodillo de compactación flexible. Por supuesto, el sistema de regulación térmica puede utilizarse para calentar el rodillo de compactación flexible.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Máquina de aplicación de fibras para la producción de piezas de materiales compuestos que comprende un rodillo de compactación (2, 102, 202, 302) para aplicar a una superficie (S) de aplicación, una banda (8) formada por al menos una fibra plana preimpregnada de resina, y un sistema de calentamiento (9) adecuado para emitir una radiación térmica en dirección a la banda, comprendiendo dicho rodillo de compactación un tubo central (4, 104, 204, 304) rígido, y un cilindro (3, 103, 203, 303) fabricado de un material flexible, elásticamente deformable, ensamblado sobre dicho tubo central,
- 10 **caracterizada porque** dicho tubo central (4, 104, 204, 304) está provisto de orificios radiales (41, 141, 241, 341), teniendo dicho cilindro (3, 103, 203, 303) de material flexible unos medios de comunicación fluida (32, 34, 35; 132, 106; 203; 303) adecuados para poner en comunicación fluida dichos orificios radiales con la superficie externa (33, 133, 233, 333) de dicho cilindro, comprendiendo dicha máquina medios de regulación térmica adecuados para inyectar un fluido de regulación térmica en el paso interno (42, 142, 242, 342) del tubo central.
- 15 2. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** dichos medios de comunicación fluida (34, 35; 106; 203; 303) son adecuados para poner dicha superficie externa (33, 133, 233, 333) del cilindro en comunicación fluida con las caras laterales (36, 161, 236, 336) del rodillo de compactación.
3. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** dichos medios de comunicación fluida comprenden canales radiales (32; 132), desembocando cada canal radial en un orificio radial (41, 141, 241, 341) del tubo central (4, 104, 204, 304) y sobre la superficie externa (33, 133, 233, 333) del cilindro.
- 20 4. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizada porque** dichos medios de comunicación comprenden ranuras longitudinales (34) que desembocan en las caras laterales (36) del cilindro, desembocando dichos canales radiales (32, 132) en dichas ranuras longitudinales.
5. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizada porque** dichos medios de comunicación fluida comprenden ranuras circulares (35) en las que desembocan dichos canales radiales (32).
- 25 6. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** dichos medios de comunicación fluida comprenden un cilindro (203, 303) fabricado de un material flexible poroso.
7. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** dichos medios de comunicación fluida comprenden una funda (106) que recubre la superficie externa del cilindro, estando dicha funda formada por un material poroso.
- 30 8. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** dicho rodillo comprende una funda protectora (307) que recubre dicho cilindro y que forma una protección a la radiación térmica emitida por el sistema de calentamiento (9).
9. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** dicho cilindro (3) está formado por un material sustancialmente transparente a dicha radiación térmica.
- 35 10. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** dicho rodillo de compactación (2, 102, 202, 302) comprende una capa exterior (5, 105, 205, 305) antiadherente que recubre dicho cilindro (3, 103, 203, 303) de material flexible.
11. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** adicionalmente comprende medios de regulación térmica adecuados para suministrar un fluido de regulación térmica en dirección al rodillo de compactación, para regular la temperatura dicho rodillo de compactación desde el exterior.
- 40 12. Máquina de aplicación de fibras de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada porque** dichos medios de regulación térmica son adecuados para inyectar un fluido de regulación térmica, constituido por aire, a temperatura ambiente comprendida entre 15 °C y 30 °C.

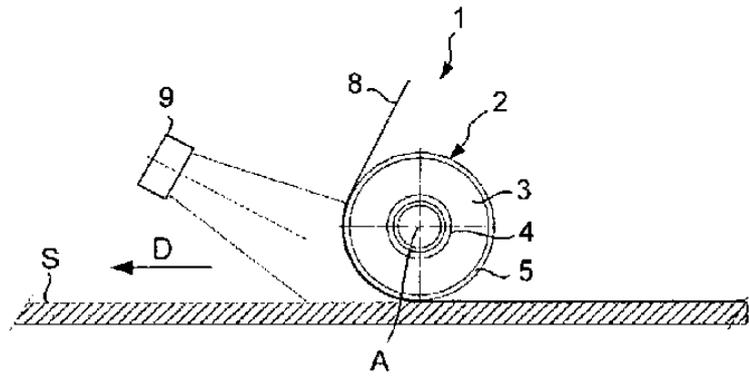


FIG. 1

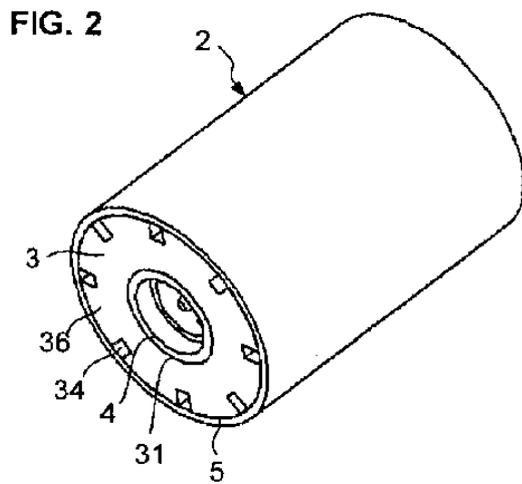


FIG. 2

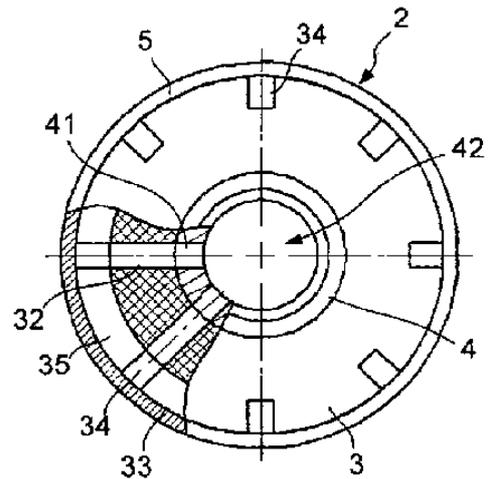


FIG. 3A

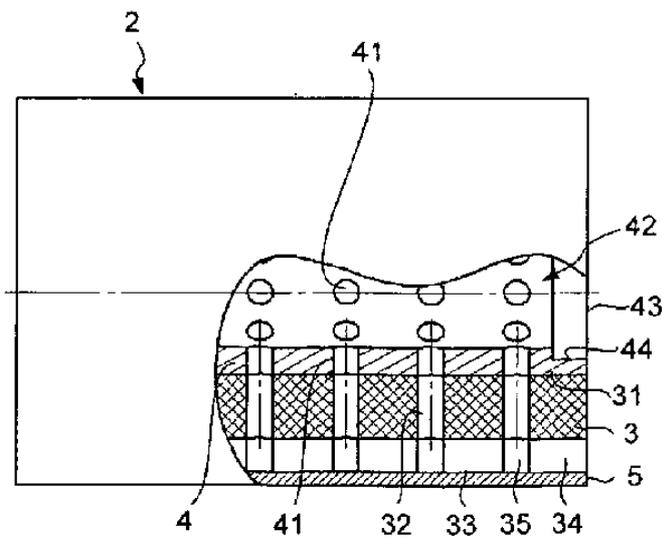
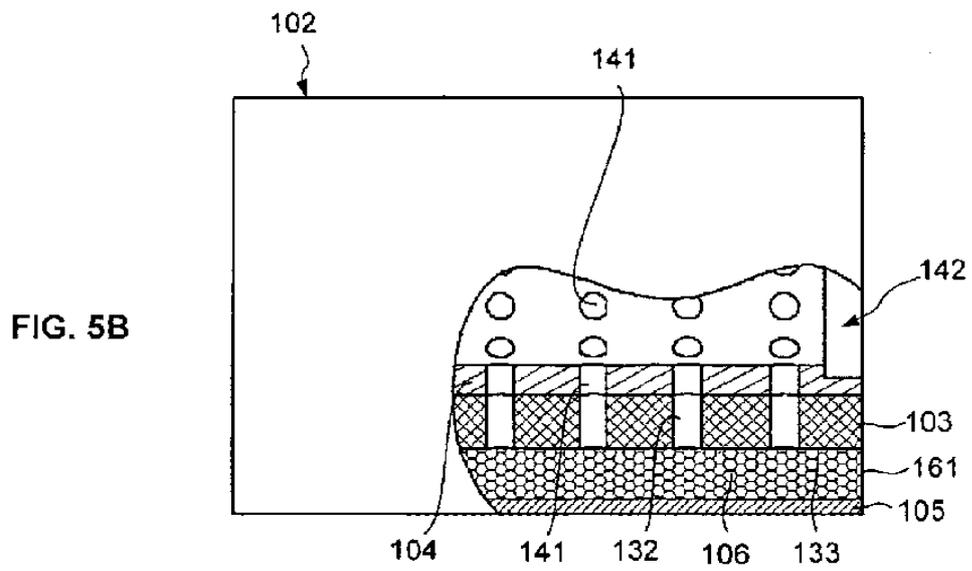
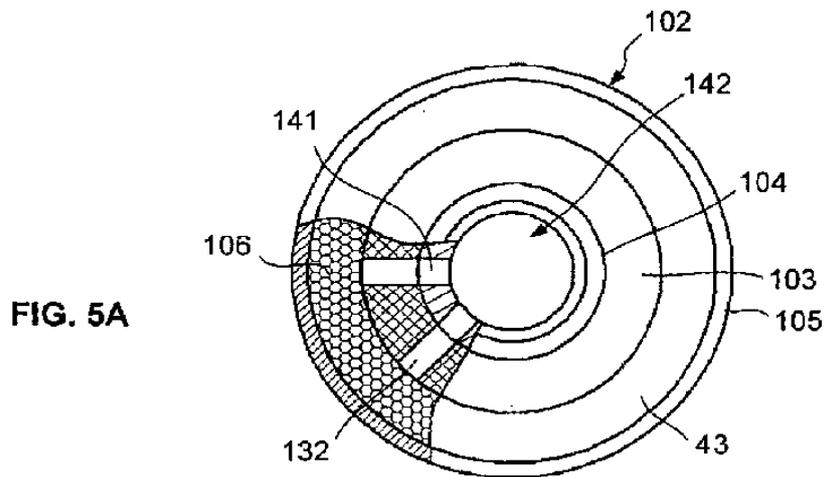
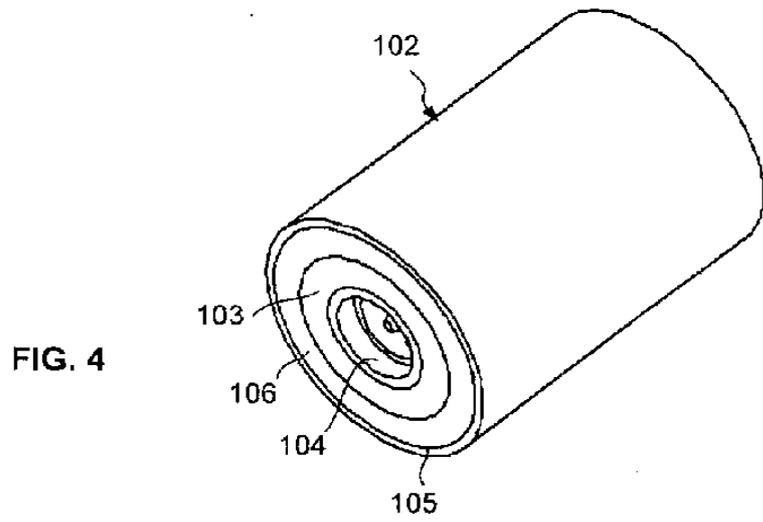


FIG. 3B



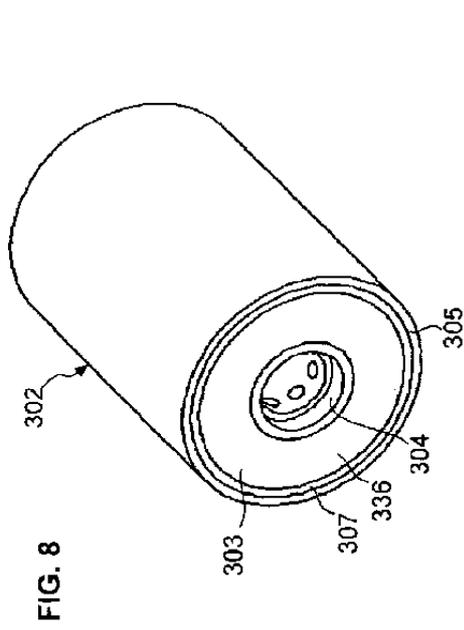


FIG. 8

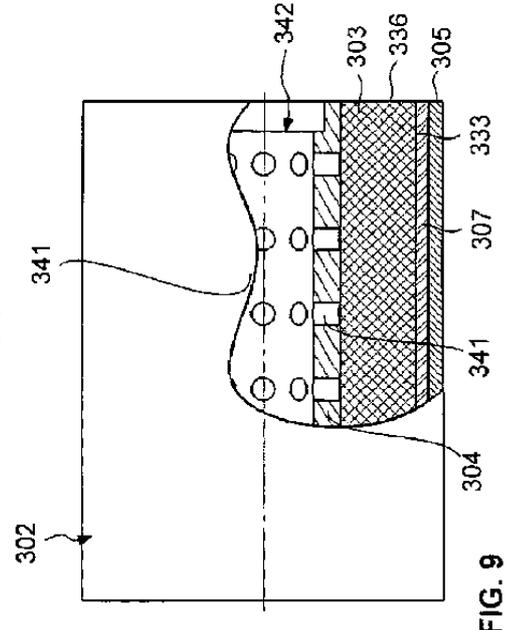


FIG. 9

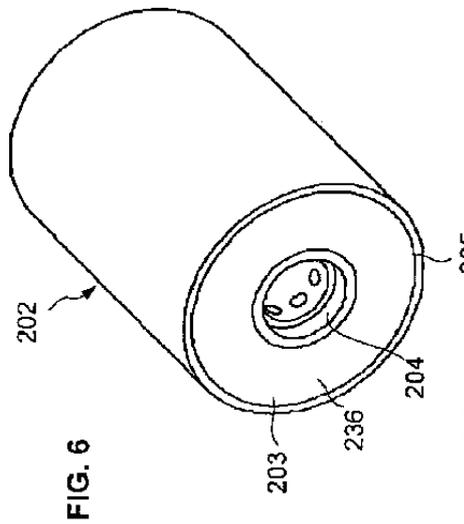


FIG. 6

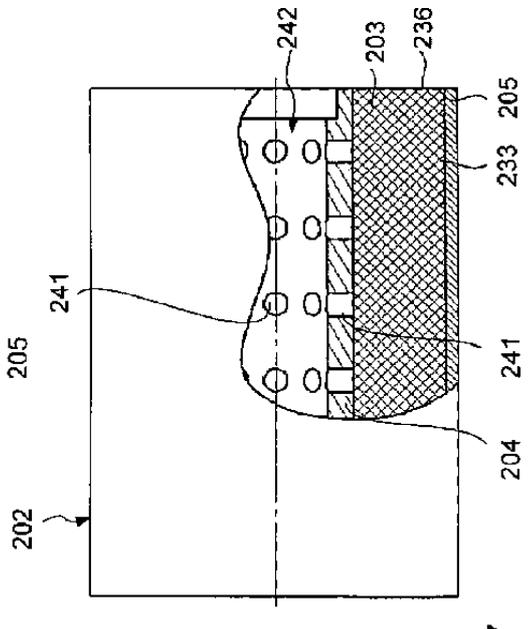


FIG. 7