

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 916**

51 Int. Cl.:

B29C 70/30 (2006.01) **B29K 101/10** (2006.01)
B29C 70/34 (2006.01)
B29C 65/00 (2006.01)
B29C 70/38 (2006.01)
B29C 65/78 (2006.01)
B29C 35/02 (2006.01)
B29K 63/00 (2006.01)
B29C 53/38 (2006.01)
B29K 105/24 (2006.01)
B29L 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2007 E 07118133 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 2047971**

54 Título: **Procedimiento para fabricar vigas de material compuesto reforzado con fibras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2014

73 Titular/es:

**SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE**

72 Inventor/es:

**LINDBÄCK, JAN ERIK;
FOLKESSON, MATS;
WESTERDAHL, ANDERS y
TURESSON, INGEMAR**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 443 916 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 para fabricar vigas de material compuesto reforzado con fibras

Campo técnico

5 La presente invención versa acerca de un procedimiento para la fabricación de estructuras huecas de viga de soporte de carga de material compuesto reforzado con fibras.

Técnica antecedente

10 Las estructuras de soporte de carga fabricadas de materiales compuestos de fibra exhiben propiedades ventajosas de resistencia con respecto al peso. Una desventaja de tales estructuras es el coste relativamente elevado de producción. Estos costes surgen del procedimiento de fabricación, que requiere mucha mano de obra y que lleva mucho tiempo, que está asociado con dichas estructuras.

Las fibras de tales estructuras compuestas, fibras que constituyen la parte principal de la capacidad de soporte de carga, deben ser alineadas en una configuración específica para optimizar las estructuras. Tradicionalmente, este alineamiento se ha realizado al enrollar las fibras en torno a un mandril o similar.

15 En una fabricación moderna, se ha utilizado lo que ha dado en llamarse preimpregnación para acelerar el procedimiento. Aquí, se utilizan alfombrillas de fibras alineadas preimpregnadas. Las alfombrillas de fibras puede estar impregnadas, por ejemplo, en una resina epóxica, resina que es curada parcialmente después. Las capas preimpregnadas pueden ser aplicadas manual o automáticamente, por medio de una denominada capa de cinta, sobre un mandril rígido o inflable. Subsiguientemente, se cura la resina preimpregnada al aumentar la temperatura y al aplicar presión. En general, se aplica la presión al cubrir las capas con una membrana externa o al inflar el mandril. Uninconveniente del uso de un mandril inflable es que este procedimiento requiere un molde hembra
20 que define la forma externa del producto que va a producirse. Por otra parte, una desventaja asociada con los mandriles rígidos es que las capas de material compuesto tienen una tendencia a arrugarse bajo la presión aplicada. Además, en los procedimientos conocidos de fabricación, es difícil colocar automáticamente con precisión, es decir con una capa de cinta, las capas preimpregnadas sobre el mandril.

25 El documento US-A-3.177.105 da a conocer un procedimiento de fabricación de artículos huecos reforzados con fibras, fabricados al estratificar material laminar fibroso con la forma del cuerpo hueco que va a ser producido. Las láminas son envueltas en torno a un mandril y, subsiguientemente, se coloca el mandril con las láminas en una caja de molde, en la que se compacta y se conforma el cuerpo de fibra del artículo. Entonces, se retira el artículo moldeado acabado de la caja del molde.

30 El documento US-A-5.487.854 da a conocer un procedimiento de curado conjunto de dos etapas para fabricar un artículo de material compuesto que tiene una configuración en corte transversal de viga tubular en el que se fabrica y se configura una porción de cubierta externa del artículo de material compuesto en la primera etapa para que funcione como utillaje para completar la fabricación del artículo de material compuesto en la segunda etapa.

Sumario de la invención

35 El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento mejorado para la fabricación de vigas a partir de capas estratificadas de material compuesto. Por medio del procedimiento según la invención, se pueden fabricar estructuras de viga de alta resistencia en un proceso más automatizado.

40 Para este fin, el procedimiento de la presente invención para fabricar una estructura hueca de soporte de carga de material compuesto reforzado con fibras, estructura de viga de soporte de carga que incluye al menos una primera y una segunda pluralidades de capas estratificadas conformadas por un mandril rígido con una superficie externa que se corresponde con la superficie interna de la estructura de viga de soporte de carga, comprende las etapas de:

- preparar un primer apilamiento de la primera pluralidad de capas, una encima de la otra, con los bordes laterales respectivos de la pluralidad de capas dispuestos desplazados entre sí,
- 45 - preparar un segundo apilamiento de la segunda pluralidad de capas, una encima de la otra, con los bordes laterales respectivos de la pluralidad de capas dispuestos desplazados entre sí,
- colocar el primer apilamiento en un primer lado del mandril rígido,
- colocar el segundo apilamiento en un segundo lado del mandril rígido,
- formar los apilamientos primero y segundo con la forma de la estructura de viga al flexionar los apilamientos contra el mandril, de forma que los bordes laterales de las capas respectivas de los apilamientos primero y segundo estén dispuestos como juntas planas desplazadas en la dirección circunferencial de la estructura de viga formada,
- 50 - curar la estructura de viga, y
- retirar la estructura de viga del mandril.

En particular, se puede obtener una estructura de alta resistencia por medio de las juntas rectas desplazadas circunferencialmente. Esta disposición permite una mejor transferencia de fuerza entre capas adyacentes.

5 Se puede conseguir la disposición desplazada de los bordes laterales respectivos de la pluralidad de capas al dimensionar la primera pluralidad de capas de forma que la anchura de las mismas se reduzca progresivamente desde una capa interna hasta una capa externa, y al dimensionar la segunda pluralidad de capas de forma que la anchura de las mismas aumente progresivamente desde una capa interna hasta una capa externa. Entonces, se colocan estas capas centradas entre sí. O, de forma alternativa, todas las capas pueden tener la misma anchura. Entonces, se colocan estas capas con desplazamientos en una dirección a lo ancho las unas de las otras.

10 Al estratificar las capas de los apilamientos en una superficie sustancialmente plana de soporte, se facilita el uso de un aparato de colocación de cinta. De ese modo, el procedimiento permite un mayor grado de automatización. Además, esto garantiza una colocación mutua más exacta de las capas.

15 La etapa de colocar el primer apilamiento en el primer lado del mandril y una etapa de formar el primer apilamiento en forma de una primera porción de la estructura de viga sobre el mandril pueden ser llevadas a cabo antes de formar el segundo apilamiento en una segunda porción complementaria de la estructura de viga sobre el mandril. De ese modo, se puede colocar con precisión el segundo apilamiento con respecto al primer apilamiento.

Para simplificar la colocación de las segundas capas, se puede girar el mandril aproximadamente 180° después de la etapa de formar el primer apilamiento en forma de la primera porción de la estructura de viga y antes de la etapa de colocar el segundo apilamiento sobre el mandril.

20 La conformación de las capas según la forma del mandril puede llevarse a cabo por medio de presión de fluido y una membrana hermética. Con esto, se forman con precisión las capas y son comprimidas de una forma deseada. La compresión conlleva la evacuación de aire del interior de las capas, y también garantiza una laminación apropiada de las capas. Además, las fibras en las capas están alineadas de forma apropiada.

Breve descripción de los dibujos

25 A modo de ejemplo, se ilustra una realización de la presente invención en las figuras esquemáticas adjuntas, en las que

la figura 1 muestra una primera etapa de un procedimiento de fabricación, en el que hay estratificada una primera pluralidad de capas sobre una superficie de soporte;

la figura 2 ilustra cómo se colocan las capas sobre un mandril;

la figura 3 ilustra el mandril y la primera pluralidad de capas después de que se han conformado las capas según la forma del mandril;

la figura 4 muestra cómo se estratifica una segunda pluralidad de capas sobre una superficie de soporte;

la figura 5 ilustra el mandril y la primera y la segunda pluralidades de capas después de que se ha conformado la segunda pluralidad de capas según la forma del mandril; y

la figura 6 muestra una estructura hueca de viga

la figura 7 muestra un apilamiento alternativo para una pluralidad de capas sobre una superficie de soporte.

Descripción detallada

A continuación, se divulga una realización de la presente invención. No se pretende que la divulgación limite el ámbito reivindicado de la presente invención en modo alguno.

30 En la figura 1, hay estratificada una primera pluralidad de capas 1 sobre una superficie sustancialmente plana 2 de soporte. Esto constituye la etapa inicial en el presente procedimiento para fabricar estructuras de viga. La anchura de capa (dirección x) de las capas 1 se reduce sucesivamente desde abajo hacia arriba, es decir, la capa interna más baja 1d tiene la mayor anchura, y la capa externa más alta 1a tiene la menor anchura. Como se ilustra en la figura, la capa más alta 1a está colocada sobre la capa 1b por debajo de una forma centrada, de manera que tenga como resultado diferencias idénticas 3a, 3a de anchura en ambos extremos de las capas 1a, 1b. Comenzando desde la capa más baja 1d, todas las capas sucesivas 1c, 1b, 1a están dispuestas centralmente con respecto a la
35 capa subyacente 1d, 1c, 1b. En este ejemplo, se utilizan cuatro capas 1a, 1b, 1c, 1d. Por lo tanto, se indican tres diferencias 3a, 3b, 3c de anchura.

En la figura 1 se muestran las capas 1a-1d y la superficie de soporte 2 en corte transversal; se puede ajustar la extensión de las capas en la dirección y según circunstancias imperantes.

En esta realización, las capas 1a-1d consisten en lo que se denomina preimpregnación, es decir, sustrato de fibra impregnado en una composición de resina epóxica termoendurecible semicurada. Dado que las capas 1 están estratificadas sobre una superficie sustancialmente plana 2 de soporte, se puede utilizar un aparato automático de colocación de cinta.

5 La figura 2 muestra un mandril 4 en corte transversal. La superficie externa del mandril 4 se corresponde con la superficie interna de la estructura de viga que debe ser fabricada. Aquí, el mandril 4 es macizo, aunque también se podría utilizar un mandril hueco. Un mandril macizo es más rentable de fabricar, mientras que un mandril hueco requiere menos material y es más sencillo regular su temperatura. En esta segunda etapa del procedimiento de fabricación, se coloca la primera pluralidad de capas 1 sobre un primer lado 5 del mandril 4. En esta realización, dicho primer lado 5 del mandril es el lado superior del mandril.

10 El presente mandril 4, y por lo tanto la estructura 11 de viga resultante, tiene un corte transversal trapezoidal. La forma trapezoidal es adecuada para la fabricación, por ejemplo, del núcleo de componentes de control de superficies para aeronaves. También son concebibles otros cortes transversales, por ejemplo, circular, ovalado, etcétera. Además, con la forma correspondiente de las capas 1, 2, también se puede emplear un corte transversal de un mandril que varíe longitudinalmente (dirección y).

15 A continuación se conforma el apilamiento 1 según el mandril 4, como se ilustra en la figura 3. Este procedimiento puede ser realizado aplicando una membrana hermética (no mostrada) sobre la primera pluralidad de capas (apilamiento 1), y por medio de presión de fluido que fuerza a la membrana y, por lo tanto, a las capas 1a-1d, hacia el mandril 4. Dicho fluido puede ser bien un líquido o bien un gas, y dicha presión puede ser bien una presión excesiva o bien una presión baja. Se debe aplicar una presión excesiva desde el exterior del mandril 4, como se ilustra en la figura 3, mientras que se debe aplicar una presión baja desde el interior del mandril 4, por ejemplo por medio de una técnica denominada laminación por bolsa de vacío. Esta etapa de conformación puede ser llevada a cabo bajo calor, que aumenta la conformabilidad de las capas 1a-1d.

20 La figura 4 ilustra cómo se estratifica una segunda pluralidad de capas 6 sobre una superficie 2 de soporte. En comparación con la disposición de la primera pluralidad de capas 1 en la figura 1, la segunda pluralidad de capas se estratifica en el orden inverso. Es decir, la capa interna más baja 6a tiene la menor anchura y la capa más alta 6d tiene la mayor anchura. Las diferencias respectivas 8a, 8b, 8c de anchura de las capas son idénticas en el lado izquierdo y en el lado derecho en la figura 4.

25 En una etapa no mostrada, la segunda pluralidad de capas 6 está colocada en un segundo lado 7 del mandril 4. En ella, se conforma la segunda pluralidad de capas 6 según el mandril 4, de una forma correspondiente al procedimiento descrito en conexión con la figura 3. El mandril 4 puede ser girado boca abajo, o aproximadamente 180°, antes de que se coloque la segunda pluralidad de capas 6 sobre el segundo lado 7 del mandril 4. Tal giro del mandril 4 facilita la colocación de la segunda pluralidad de capas 6 sobre el mandril, dado que el segundo lado 7 del mandril 4 es ahora el lado superior del mandril. De forma alternativa, la segunda pluralidad de capas 6 son puestas en contacto con el mandril desde abajo. En este caso, no se gira el mandril 4 antes de que se aplique la segunda pluralidad de capas 6. Esto puede conseguirse al colocar la segunda pluralidad de capas 6 sobre una membrana hermética (no mostrada) y al levantar dicha membrana junto con la segunda pluralidad de capas 6 hasta hacer contacto con el mandril 4. Dicha membrana también puede ser utilizada para conformar las capas según la forma del mandril. En este sentido, la membrana puede ser colocada sobre la superficie 2 de soporte antes de que se estratifiquen las capas 6a-6d, después de lo cual se disponen las capas 6a-6d unas encima de otras, actuando la membrana como una superficie de soporte. O, se pueden mover las capas 6a-6d desde la superficie 2 de soporte hasta la membrana antes de la aplicación sobre el mandril 4.

30 Las pluralidades primera y segunda de capas 1, 6 también pueden ser estratificadas de forma esencialmente simultánea sobre la superficie 2 de soporte, antes de que se coloque cualquiera de las capas 1, 6 sobre el mandril 4.

35 Según la presente realización, el primer lado 5 del mandril 4 está frente al segundo lado 7 del mandril.

40 La figura 5 muestra el mandril 4 tanto con las primeras capas 1 como con las segundas capas 6 aplicadas y conformadas. Debido a las diferencias 3a-3c, 8a-8c de anchura de los conjuntos primero y segundo de capas 1a-1d, 6a-6d, las capas respectivas se encuentran en juntas planas 9 desplazadas circunferencialmente. En cada junta plana 9, hay una holgura 10 entre las capas colindantes. Para obtener la presente disposición de las capas 1, 6, las anchuras de las capas están adaptadas a la circunferencia del mandril. Por ejemplo, la suma de la anchura de la capa más interna 1d del primer apilamiento 1 y de la anchura de la capa más interna 6d del segundo apilamiento 6 es esencialmente igual a la circunferencia del mandril 4. Más precisamente, la anchura de las dos capas más internas 1d, 6d a la que se añaden dos holguras 10 de junta es igual a la circunferencia del mandril 4.

45 Mientras siguen colocadas sobre el mandril (figura 5), se curan las capas 1, 6 por medio de un tratamiento térmico. Al respecto, se puede curar por separado un mandril 4 que porte dos pluralidades de capas 1, 6, lo que tiene como resultado una única estructura diferenciada 11 de soporte de carga. O, de forma alternativa, para formar una estructura más compleja, tal como componentes de control de superficies para aeronaves, se puede juntar una

pluralidad de mandriles y pueden ser curados en grupo como un conjunto. Dicho conjunto puede ser dotado de elementos de refuerzo y una capa circundante externa.

5 Tras el curado, se pueden comprimir las capas 1a-1d, 6a-6d, por ejemplo por medio de una membrana y presión de fluido, para formar las capas cerca del mandril 4, y para mejorar la calidad resultante de la viga al expulsar el aire de las capas y al alinear las fibras preimpregnadas. Aquí, se puede utilizar una autoclave. La compresión acerca entre sí los extremos respectivos de las capas primera y segunda, lo que reduce las holguras 10 de las juntas planas.

La figura 6 ilustra una estructura hueca acabada 11 de viga de soporte de carga. Se muestran cuatro juntas planas desplazadas 9 en el lado izquierdo y derecho, respectivamente. Aquí, todas las holguras 10 de las juntas tienen un tamaño idéntico.

10 Las dimensiones de las holguras 10 de las juntas planas, es decir, la anchura de las capas 1, 6, están optimizadas según las circunstancias imperantes. Después de la fabricación, las holguras 10 de las juntas planas no sirven ningún fin. Por lo tanto, se deben minimizar las holguras 10. En este sentido, las juntas planas más internas 9, entre las capas más internas 1d, 6d, pueden tener menores dimensiones que las juntas planas más externas 9. Si se comprimen las capas 1a-1d, 6a-6d durante el curado, tal compresión tendrá una mayor influencia sobre las capas
15 externas que sobre las capas internas, dado que la reducción de la circunferencia de las capas es acumulativa. Cualquier compresión obtenida sobre las capas internas también influirá sobre las capas externas a dichas capas internas. Como consecuencia, la optimización de las holguras 10 de las juntas planas puede implicar que las holguras de las juntas planas internas, antes de la compresión, tengan una dimensión menor que la de las holguras de las juntas planas externas.

20 Además, las diferencias 3a-3c, 8a-8c de anchura pueden ser ajustadas dependiendo de la resistencia de las fibras preimpregnadas y de la resina preimpregnada. El objeto de las diferencias de anchura, que efectúan la disposición desplazada de las juntas planas 9, es facilitar la transferencia de fuerza entre las fibras de las capas respectivas a las capas colindantes. El esfuerzo de tracción longitudinal de las fibras en una capa arbitraria es transferido a las fibras de una capa adyacente mediante esfuerzo cortante en la resina, en la que están impregnadas las fibras. Por lo
25 tanto, las juntas rectas 9 deben estar desplazadas suficientemente para permitir la transferencia de fuerzas entre capas.

En lo que antecede, se forman pluralidades primera y segunda de capas 1, 6 en torno a un mandril 4 con dos formas complementarias, que, unidas entre sí, constituyen una estructura hueca 11 de viga. Sin embargo, las enseñanzas de la invención no excluyen la conformación y la unión de varias pluralidades de capas en tales estructuras huecas de viga. En este sentido, la figura 7 muestra un apilamiento 12 alternativo. Aquí, todas las capas 12a-12d tienen la
30 misma anchura. Las capas están dispuestas con un desplazamiento mutuo 13a, 13b, 13c en una dirección a lo ancho. Ahora, los distintos apilamientos 1, 6, 12 pueden estar dispuestos en torno a un mandril en una combinación deseada. O, de forma alternativa, se pueden utilizar exclusivamente varios apilamientos 12 que comprenden capas 12a-12d de la misma anchura. También se puede utilizar un último apilamiento mencionado 12, especialmente para
35 grandes estructuras huecas de viga, como un prolongador entre los apilamientos 1, 6 que comprenden capas de distintas anchuras. Entonces, se debe disponer el apilamiento 12 con capas 12a-12d de anchura idéntica con desplazamientos 13a, 13b, 13c que coinciden con las diferencias 3a-3c, 8a-8c de anchura de los apilamientos 1, 6 que comprenden capas de distinta anchura.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para fabricar una estructura hueca (11) de viga de soporte de carga de material compuesto reforzado con fibras, en el que la estructura de viga de soporte de carga incluye al menos una primera y una segunda pluralidades de capas estratificadas (1, 6; 12) conformadas por un mandril rígido (4) que tiene una superficie externa que se corresponde con la superficie interna de la estructura (11) de viga de soporte de carga, incluyendo el procedimiento las etapas de:

 - preparar un primer apilamiento (1; 12) de la primera pluralidad de capas (1a-1d; 12a-12d), una encima de otra, con los bordes laterales respectivos de la pluralidad de capas (1 a-1 d; 12a-12d) dispuestos desplazados (3a-3c; 13a-13c) entre sí,
 - 10 - preparar un segundo apilamiento (6; 12) de la segunda pluralidad de capas (6a-6d; 12a-12d), una encima de otra, con los bordes laterales respectivos de la pluralidad de capas (6a-6d; 12a-12d) dispuestos desplazados (8a-8c; 13a-13c) entre sí,
 - colocar el primer apilamiento (1; 12) en un primer lado (5) del mandril rígido (4),
 - colocar el segundo apilamiento (6; 12) en un segundo lado (7) del mandril rígido (4),
 - 15 - conformar los apilamientos primero y segundo (1, 6; 12) según la forma de la estructura (11) de viga al flexionar los apilamientos (1, 6; 12) contra el mandril (4), de forma que los bordes laterales de las capas respectivas (1 a-1 d, 6a-6d; 12a-12d) de los apilamientos primero y segundo (1, 6; 12) están dispuestos como juntas rectas desplazadas (9) en la dirección circunferencial de la estructura conformada (11) de viga,
 - 20 - curar la estructura (11) de viga, y
 - retirar la estructura (11) de viga del mandril (4).

- 25 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la anchura de la primera pluralidad de capas (1a-1d) disminuye progresivamente desde una capa interna (1d) hasta una capa externa (1a), aumentando progresivamente la anchura de la segunda pluralidad de capas (6a-6d) desde una capa interna (6a) hasta una capa externa (6d).

3. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que todas las capas (12a-12d) de la pluralidad de capas tienen la misma anchura.

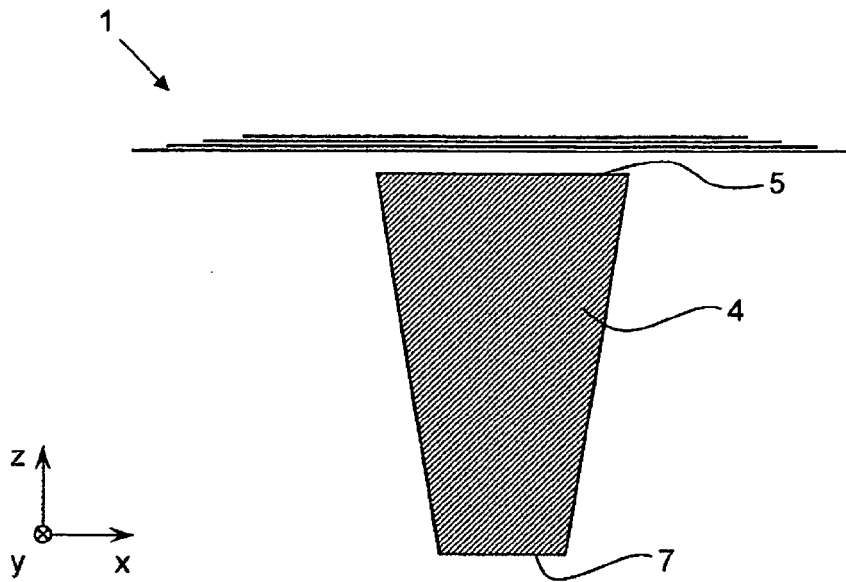
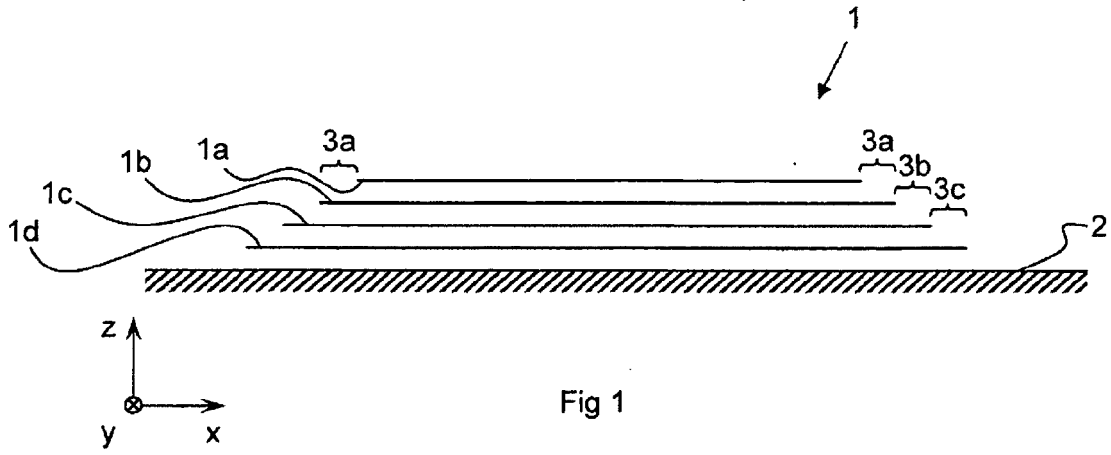
- 30 4. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada apilamiento (1; 6; 12) está preparado sobre una superficie sustancialmente plana de soporte.

5. Un procedimiento según la reivindicación 4, en el que las capas (1a-1d; 6a-6d; 12a-12d) son estratificadas por medio de un aparato de colocación de cintas.

- 35 6. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que se llevan a cabo la etapa de colocar el primer apilamiento (1; 12) en el primer lado del mandril (4) y la etapa de conformación del primer apilamiento (1; 12) en la forma de una primera porción de la estructura de viga (figura 3) en el mandril (4) antes de conformar el segundo apilamiento (6; 12) en una segunda porción complementaria de la estructura de viga sobre el mandril (4).

- 40 7. Un procedimiento según la reivindicación 4, en el que el mandril (4) es girado aproximadamente 180° después de la etapa de conformación del primer apilamiento (1; 12) en la forma de la primera porción de la estructura de viga y antes de la etapa de colocar el segundo apilamiento (6; 12) sobre el mandril (4).

8. Un procedimiento según la reivindicación 4 o 5, en el que se utiliza una técnica de laminación por bolsa de vacío para formar los apilamientos (1, 6; 12) en la forma de las porciones complementarias primera y segunda de la estructura (11) de viga sobre el mandril (4).



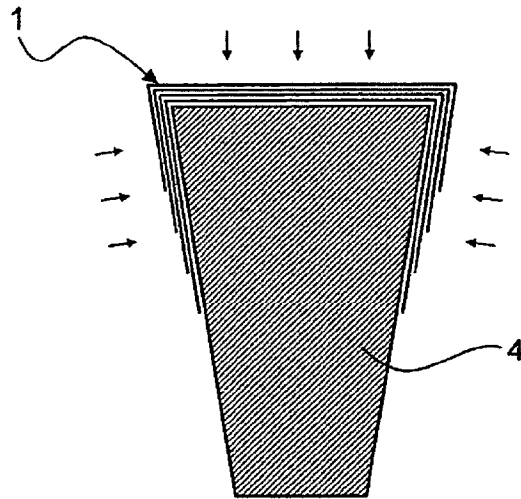


Fig 3

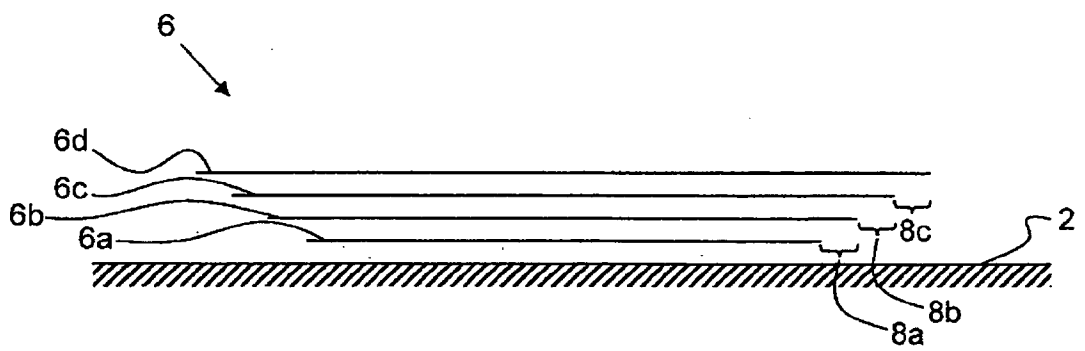


Fig 4

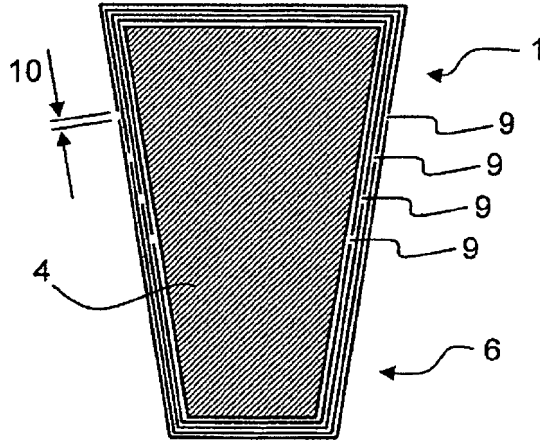


Fig 5

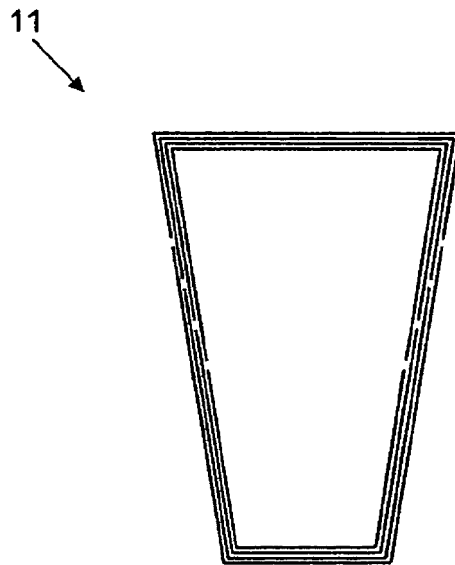


Fig 6

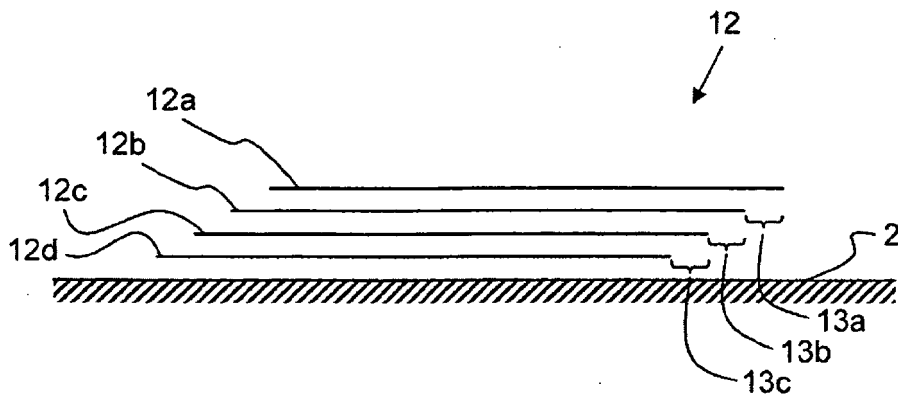


Fig 7