

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 494**

51 Int. Cl.:

B32B 5/18 (2006.01)
B32B 3/24 (2006.01)
B32B 3/30 (2006.01)
B32B 3/22 (2006.01)
B32B 27/04 (2006.01)
B32B 3/12 (2006.01)
B32B 1/08 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
B32B 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2011 E 11160538 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2505350**

54 Título: **Estructura tubular para soportar cargas mecánicas y método para fabricar una estructura tubular para soportar cargas mecánicas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2015

73 Titular/es:
3D CORE GMBH & CO. KG (100.0%)
Oststrasse 70
32051 Herford, DE

72 Inventor/es:
STREUBER, FRITZ MICHAEL

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 549 494 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

Estructura tubular para soportar cargas mecánicas y método para fabricar una estructura tubular para soportar cargas mecánicas

5 La invención se refiere a una estructura tubular para soportar cargas de flexión, compresión u otras cargas mecánicas o para alimentar fluidos o partículas sólidas fluidas como polvo o gránulos y un método para fabricar dicha estructura tubular. La estructura tubular puede ser en concreto un mástil de una embarcación, por ejemplo, un barco de vela, o una viga, viga maestra, puntal, nervio, travesaño, pilar y análogos de un edificio o un vehículo
10 incluyendo embarcaciones, barcos, aviones y vehículos terrestres, o constituir solamente una porción longitudinal de dicha estructura. La invención se refiere a la estructura como tal y también a su uso como parte de un mástil, viga, viga maestra, puntal, nervio, travesaño, pilar y estructuras análogas de soporte de carga, o un recipiente a presión o tubo de alimentación.

15 Se usan estructuras tubulares para soportar cargas mecánicas en varias construcciones, por ejemplo, como pilares, puntales, vigas maestras y análogos en carrocerías de automóvil, en cascos de aviones y barcos, y también en edificios. Otros ejemplos a los que se refiere la invención son mástiles de barcos de vela o mástiles finos en general. Las estructuras se hacen de ordinario de acero o aleaciones ligeras de metales de precio alto y peso considerable. La corrosión también es un problema de las construcciones metálicas.

20 US 3 830 899 A describe una estructura compuesta tubular y un proceso para la fabricación de la misma. En el proceso se forma una capa interior de material plástico sobre un mandril montado rotativamente, se deposita una capa intermedia continua de un material plástico expandido sobre la capa interior, se quita parte de la capa continua con el fin de formar al menos una ranura helicoidal continua de paso predeterminado en la capa intermedia, la
25 ranura helicoidal se llena de un material plástico termoestable para formar un elemento helicoidal de conexión y soporte de carga, se forma una capa exterior de material plástico sobre la capa intermedia, y el material plástico termoestable se polimeriza para unir las capas interior y exterior al elemento de conexión y soporte de carga. Las capas se forman por pulverización, y la al menos única ranura helicoidal se forma por aserrado a través de la capa intermedia antes de depositar el material plástico termoestable y la capa exterior. En un proceso alternativo se
30 enrolla una cinta continua de un material plástico expandido helicoidalmente alrededor de la primera capa para formar el elemento helicoidal de conexión y soporte de carga.

Un objeto de la invención es proporcionar una estructura tubular para soportar cargas mecánicas, por ejemplo
35 cargas de flexión, de menos peso o mejores propiedades mecánicas como mayor resistencia a la flexión.

Según la invención la estructura tubular se compone de al menos tres capas laminadas conjuntamente por medio de una junta que conecta las capas en una estructura compuesta tubular con una línea longitudinal central. La estructura compuesta incluye una capa de cobertura interior o primera, una capa de cobertura exterior o segunda, y una capa de refuerzo que está dispuesta, con respecto a la línea longitudinal, radialmente entre las dos capas de
40 cobertura. Dicha capa de refuerzo intermedia es un material base celular en forma de hoja curvado alrededor de la línea longitudinal central. Incluye pasos que están distribuidos sobre el material base celular y subdividen el material base en una pluralidad de celdas de material. Las celdas de material están delineadas una de otra por los pasos e interconectadas por puentes que permanecen entre pasos adyacentes. La junta permea la capa de refuerzo en la región de los pasos y conecta las capas de cobertura una a otra en una conexión de material o una conexión de fuerza, incluyendo también una combinación de ambos tipos de conexión. La junta puede por ejemplo ser un adhesivo o termoplástico sintético o resina termoestable. La junta llena el espacio vacío entre la primera y la segunda capa. La capa de refuerzo es de un peso específico más bajo que la junta debido a su material base celular. Distancia las capas de cobertura una de otra, y ocupa la mayor parte del espacio entre las capas de cobertura dando lugar a peso bajo y alta resistencia de la estructura compuesta tubular en particular contra la
50 flexión.

La estructura compuesta puede constituir todo o solamente una porción longitudinal de un mástil, viga maestra, puntal, nervio, travesaño, pilar o viga de una embarcación, por ejemplo, de un barco de vela o buque, o una viga maestra, puntal, nervio, travesaño, pilar o viga de un automóvil o camión, un avión o de un edificio. La viga, nervio, travesaño, viga maestra o puntal puede ser en concreto un componente de una parte inferior, casco, plataforma, suelo o estructura inferior de un vehículo incluyendo vehículos terrestres como automóviles y camiones y también embarcaciones, por ejemplo, barcos de vela, o de un fuselaje o ala de aviones. Puede servir como una viga, nervio, travesaño, viga maestra o puntal de una estructura de un techo, en particular de un techo de vidrio o un techo de algún otro material transparente o translúcido. Las estructuras tubulares de la invención pueden soportar elementos transparentes o translúcidos del techo o enmarcar tales elementos. Los recipientes a presión y los tubos para transportar o alimentar medios gaseosos, líquidos o fluidos particulados en varias aplicaciones son otras aplicaciones convenientes de la invención.

La estructura compuesta puede ser recta o curvada en toda su longitud o solamente sobre una parte de su longitud
65 medida a lo largo de la línea longitudinal central. Puede tener una sección transversal constante en toda su longitud o solamente sobre una parte de su longitud, es decir, su sección transversal puede variar en su longitud. La sección

transversal puede ser ventajosamente anular, por ejemplo, un aro circular, elíptico o por lo demás oval o un aro con una o varias partes planas. Las secciones transversales locales pueden ser redondas en toda la circunferencia respectiva, o poligonales incluyendo formas en sección transversal compuestas de al menos una sección redonda y al menos una sección recta. El aro puede estar cerrado, es decir, abarcar completamente la línea longitudinal central, en toda la longitud de la estructura compuesta o solamente en una porción longitudinal o en varias porciones de la estructura compuesta, que están longitudinalmente espaciadas una de otra.

En concreto, la estructura compuesta tubular puede ser alargada teniendo una longitud, medida a lo largo de la línea longitudinal central, que es mayor que su diámetro medido transversal a la línea longitudinal central. En realizaciones en las que el diámetro varía en la dirección longitudinal o en la dirección circunferencial, la longitud es mayor que el diámetro mayor. La longitud de la estructura compuesta tubular es preferiblemente al menos el doble de la mayor anchura o diámetro de la estructura tubular. En realizaciones preferidas, la longitud es al menos cinco o diez veces mayor que su diámetro o diámetro o anchura mayor. En realizaciones típicas, la circunferencia exterior de la estructura compuesta tubular, tomada en cualquier posición a lo largo de la línea longitudinal central, encaja en un cuadrado que tiene una anchura de a lo sumo 50 cm, preferiblemente a lo sumo 30 cm.

La invención también se refiere a un método para fabricar una estructura compuesta tubular. En el método se facilita una primera capa, una segunda capa, y una capa de refuerzo en forma de hoja de un material base celular de tal manera que la capa de refuerzo esté dispuesta entre la primera capa y la segunda capa formando una estructura en capas. La capa de refuerzo incluye pasos que están distribuidos sobre el material base y subdividen el material base en una pluralidad de celdas de material, estando delineadas las celdas de material una de otra por los pasos e interconectadas por puentes que permanecen entre pasos adyacentes. La primera capa se facilita como un cuerpo a modo de tubo preformado, en particular como un tubo, o enrollándola al menos parcialmente alrededor de un mandril. La capa de refuerzo en forma de hoja se enrolla al menos parcialmente alrededor de una superficie circunferencial exterior de la primera capa o, alternativamente, la primera capa y la capa de refuerzo se disponen de tal manera que la capa de refuerzo cubra al menos la mayor parte de una superficie exterior de la primera capa y ambas capas se enrollan conjuntamente al menos parcialmente alrededor del mandril. La segunda capa se enrolla al menos parcialmente alrededor de la capa de refuerzo o, alternativamente, la segunda capa y la capa de refuerzo se disponen de tal manera que la capa de refuerzo cubra al menos la mayor parte de una superficie interior de la segunda capa y ambas capas se enrollan conjuntamente al menos parcialmente alrededor de la primera capa o, como otra alternativa, las tres capas se disponen de tal manera que la capa de refuerzo cubra al menos la mayor parte de la primera capa y al menos la mayor parte de la segunda capa. En esta última alternativa, la hoja flexible compuesta al menos de estas tres capas se enrolla al menos parcialmente alrededor del mandril. Consiguientemente, la formación de la estructura en capas compuesta en su forma tubular se puede realizar en formas diferentes, en concreto de la siguiente manera:

En una primera variante se facilita la primera capa, en un primer paso del método, como un cuerpo a modo de tubo preformado o enrollándola al menos parcialmente alrededor de un mandril. En un segundo paso, la capa de refuerzo se enrolla al menos parcialmente alrededor de la primera capa para cubrir al menos la mayor parte, preferiblemente toda la superficie circunferencial exterior de la primera capa. A continuación, en un tercer paso, la segunda capa se enrolla al menos parcialmente alrededor de la capa de refuerzo para cubrir al menos la mayor parte, preferiblemente toda la superficie circunferencial exterior de la capa de refuerzo.

En una segunda variante se forma una estructura en capas, incluyendo la primera capa, la segunda capa y la capa de refuerzo entre la primera capa y la segunda capa, como una estructura flexible en forma de hoja y luego se enrolla, en conjunto, al menos parcialmente alrededor de un mandril.

En una tercera variante la capa de refuerzo y la primera capa se disponen una sobre la otra formando una estructura en capas en forma de hoja flexible y se enrollan al unísono al menos parcialmente alrededor del mandril. En una cuarta variante la capa de refuerzo y la segunda capa se disponen una sobre la otra formando una estructura en capas en forma de hoja flexible y se enrollan al unísono al menos parcialmente alrededor de la primera capa.

El enrollamiento de una de las capas, dos de las capas o las tres capas como un paquete al menos parcialmente alrededor del mandril o al menos parcialmente alrededor de la otra capa respectiva se puede realizar enrollando la capa o capas respectivas en una pieza o enrollando la capa o capas respectivas en varias porciones al menos parcialmente alrededor del mandril o la otra capa respectiva.

En todas las variantes se facilita una junta tal que llene el espacio entre la primera capa y la segunda capa incluyendo los pasos a través de la capa de refuerzo. La junta se puede introducir en la estructura compuesta después de poner las al menos tres capas en la forma tubular. En lugar o además de ello, la primera capa o la segunda capa, preferiblemente la primera capa y la segunda capa, se pueden impregnar con la junta, por ejemplo, proporcionando al menos una de las capas de cobertura como un prepreg. Como otra alternativa, el espacio vacío entre las celdas de material de la capa de refuerzo, en concreto los pasos, pueden estar prellenados con la junta. En las realizaciones, toda o parte de la junta se facilita por medio de la capa respectiva, como una parte de ella. Cada una de estas provisiones alternativas de una junta se puede combinar con al menos una de las otras provisiones alternativas respectivas de una junta.

La junta se endurece mientras las capas forman una estructura tubular en capas, conectando por ello la primera capa y la segunda capa mediante la capa de refuerzo en una conexión de material, una conexión de unión, o en una conexión de fuerza, incluyendo realizaciones en las que existen ambos tipos de conexiones. Una vez que la junta ha solidificado, por ejemplo, curado, la estructura en capas ha asumido su forma tubular de forma duradera. La junta puede ser un termoplástico o en particular una resina termoestable curable o de autocurado o un adhesivo. La junta puede incluir fibras, nanotubos, micropartículas huecas, microesferas u otros rellenos para aumentar la resistencia mecánica de la unión o conexión de fuerza y por lo tanto de la estructura compuesta una vez que la junta se ha endurecido. La expresión "endurecido" o "endurecer" cubre cualquier proceso por el que la junta sea solidificada o solidifique por sí misma a partir de un estado fluido, por ejemplo, líquido o pastoso al estado sólido final. El llenado y el endurecimiento de la junta se puede realizar en concreto por un método RIM (moldeo por inyección de resina) o RIM/RTM (moldeo por inyección al vacío) en una herramienta de formación encerrando la estructura en capas durante la inyección y el posterior endurecimiento de la junta. Endurecer la junta en una herramienta mientras se ejerce presión exterior en la estructura en capas y calentarla opcionalmente durante el endurecimiento es una opción ventajosa independientemente de cómo se introduce la junta en el espacio vacío entre las capas de cobertura.

Si se facilita la primera capa como un cuerpo a modo de tubo preformado, por ejemplo, un cuerpo tubular, se puede usar como un mandril para enrollar la capa de refuerzo o la capa de refuerzo y la segunda capa conjuntamente al menos parcialmente alrededor de la primera capa. La primera capa en forma de tubo preformado puede ser en concreto un cuerpo de plástico a modo de tubo opcionalmente reforzado con fibras de vidrio, carbono o basalto. Como tal, se puede formar, por ejemplo, por extrusión. En cambio, se puede formar principalmente de metal, por ejemplo, acero o una aleación ligera metálica, aunque se prefieren los materiales plásticos incluyendo una tela impregnada de resina, no tejida y tejida ya en forma de tubo estabilizada o solidificada.

Si la primera capa se enrolla alrededor de un mandril en el primer paso, se facilita como un material en forma de lámina flexible, por ejemplo, como una hoja de plástico extrusionado suficientemente flexible para enrollarse alrededor del mandril. También se puede facilitar como uno o varios prepregs, es decir, una o varias telas flexibles impregnadas de resina incluyendo telas tejidas, no tejidas y tricotadas. En cambio se puede facilitar principalmente como una hoja metálica flexible, por ejemplo, una hoja de acero o aleación metálica ligera, aunque se prefieren los materiales plásticos incluyendo prepregs.

La segunda capa se puede facilitar como un material en forma de lámina flexible, por ejemplo, como una hoja de plástico extrusionado suficientemente flexible para enrollarse alrededor del mandril. También se puede facilitar como uno o más prepregs, es decir, una o varias telas flexibles impregnadas de resina incluyendo telas tejidas, no tejidas y tricotadas. En cambio, se puede facilitar principalmente como una hoja metálica flexible, por ejemplo, una hoja de acero o aleación metálica ligera, aunque se prefieren los materiales plásticos incluyendo prepregs.

El uso de capas de refuerzo celulares como materiales de núcleo de estructuras compuestas en capas se conoce, por ejemplo, por WO 98/10919 A2, EP 1 398 143 A1 y en particular por WO 2009/059642 A1. Las estructuras compuestas son paneles planos o partes de envuelta planos. Se menciona el uso para formar paredes de cascos de embarcaciones.

WO 2009/059642 A1 describe métodos para fabricar estructuras de refuerzo en forma de hoja de materiales base celulares incluyendo pasos que están distribuidos sobre el material base y subdividen el material base en una pluralidad de celdas de material, estando delineadas las celdas de material una de otra por los pasos e interconectadas por puentes que permanecen entre pasos adyacentes. WO 2009/059642 A1 describe procesos para fabricar tales capas celulares y también una capa celular como tal. La capa celular y los procesos de su fabricación se pueden emplear en la presente invención.

Para fabricar la capa de refuerzo se puede empezar con una hoja de material base celular en el que los pasos se incorporan preferiblemente en una distribución regular, de tal manera que se obtenga una distribución correspondientemente regular de las celdas de material y la estructuración del material base celular. Cada celda de material exhibe preferiblemente la misma forma y tamaño. Lo mismo se aplica preferiblemente a los pasos. Las celdas de material pueden ser en concreto polígonos, preferiblemente polígonos equiláteros. Son preferiblemente hexagonales en vista superior sobre la estructura de refuerzo.

Cuando se incorporan los pasos en una operación discontinua, el material base se puede disponer en forma de material de placa que puede tener en concreto forma de placa o, en placas más flexibles, también a modo de manta. El material flexible base también puede estar provisto de los pasos como una hoja producida en un método continuo. El material base puede exhibir un grosor de unos pocos milímetros, por ejemplo al menos 5 mm, y un grosor de hasta unos pocos centímetros, preferiblemente a lo sumo 20 mm. El material celular puede tener una porosidad predominantemente abierta, o más preferiblemente una porosidad cerrada, con el fin de evitar que entre agua o incluso humedad.

Como el material base celular se usa un material plástico de espuma, donde se puede usar en concreto

termoplásticos de espuma o también termoestables de espuma. Los materiales de espuma plástica ventajosos son, por ejemplo, espumas de tereftalato de polietileno (PET) o espumas de poliestireno (PS), así como espumas más flexibles de polietileno (PE) o espumas de polipropileno (PP) o también, como un ejemplo de un material termoestable, espumas de poliuretano (PUR). El material de espuma plástica puede estar reforzado, es decir, puede incluir estructuras de refuerzo incrustadas en el material de espuma, o se puede usar sin refuerzo. El material base se extrusiona preferiblemente y se convierte en espuma simultáneamente.

En una realización preferida, los pasos se incorporan al material base por medio de corte o aserrado. La palabra “o” se usa aquí, como en otros puntos según la invención, siempre en su sentido lógico usual de “o inclusivo”, es decir, incluye el significado de “o ... o” y también el significado de “y”, a condición de que el contexto respectivo no excluya ninguno de estos significados. Consiguientemente, los pasos se pueden incorporar únicamente por corte o únicamente por aserrado o por un proceso de etapas múltiples que incluye corte y aserrado y puede consistir en corte y aserrado. Se puede incluir un proceso de perforación. La perforación puede preceder al corte o al aserrado.

En un proceso preferido que incorpora múltiples etapas, la primera etapa implica cortar según la forma de los pasos, o perforar, y después del proceso de corte o perforación, que puede incluir una o más etapas, aserrar según la forma de los pasos.

Los pasos son cavidades que se extienden desde el lado superior al inferior de la estructura de refuerzo. Los pasos que se extienden a través de la estructura son ventajosos con respecto a la deformabilidad tridimensional. Al fabricar la estructura compuesta, la capa de refuerzo que sirve también como una estructura de refuerzo puede ser penetrada en la región de los pasos por una junta de flujo libre, con el fin de conectar las capas de cobertura del compuesto una a otra a través de la capa de refuerzo en una conexión de material o una conexión de fuerza, incluyendo también una combinación de ambas.

Después de incorporar los pasos, quedan hojas o puentes de material que conectan las celdas de material una a otra. Después del corte o aserrado, preferiblemente después del paso final de corte o aserrado, estos puentes de conexión se comprimen, reduciendo así permanentemente su sección transversal. El material base celular se compacta en la región de los puentes. Los puentes no llegan ventajosamente a un lado superior y lado inferior del refuerzo o de la capa de refuerzo, de tal manera que, cuando la capa de refuerzo se incrusta entre las capas de cobertura, los puentes no tocan las capas de cobertura. Compactar los puentes por compresión es una forma barata de hacer que los puentes no lleguen al lado superior e inferior de la estructura de refuerzo. Cuando la capa de refuerzo se incrusta entre las capas de cobertura de la estructura compuesta a fabricar, y los pasos se conforman como pasos en el refuerzo o la capa de refuerzo, los pasos forman un sistema de canales entre las capas de cobertura que se extienden de forma continua por toda la zona de la capa de refuerzo y consiguientemente pueden ser penetrados por la junta paralela a la capa de refuerzo en forma de hoja, de tal manera que la capa de refuerzo sea especialmente adecuada para llenarse de junta por inyección al vacío, donde la junta puede ser inyectada por el lado. Por otra parte, sin embargo, la estructura compuesta también se puede fabricar poniendo la capa de refuerzo sobre una de las capas de cobertura, llenando los pasos con la junta, y poniendo la otra de las capas de cobertura sobre la capa de refuerzo. Más alternativas de cómo proporcionar la junta se han explicado anteriormente, por ejemplo, la provisión en un prepreg.

En realizaciones preferidas, las celdas de material son compactadas cerca de la superficie, y así se pueden redondear opcionalmente en un lado superior o un lado inferior, a lo largo de al menos una parte de sus bordes formados incorporando los pasos. El redondeo contrarresta un efecto de entalladura producido por los bordes afilados, mientras que, por otra parte, la zona de los pasos en el lado superior o el lado inferior de la estructura de refuerzo se incrementa, lo que incrementa ventajosamente la zona disponible para la junta para la conexión de material a las capas de cobertura o al menos a una de las capas de cobertura y así aumenta la estabilidad del compuesto.

El material celular puede ser compactado en la región de los puentes o las celdas de material pueden ser compactadas cerca de la superficie a temperatura ambiente, por ejemplo temperatura ambiente o en un estado calentado del material celular. Se puede usar una prensa de puentes que se puede calentar o no calentar para compactar los puentes o una prensa superior que se puede calentar o no calentar para compactar cerca de la superficie, y, cuando sea aplicable, para compactar solamente cerca de los bordes de las celdas de material. Si el material celular es compactado mientras está tibio, se calienta preferiblemente a una temperatura justo por debajo de su punto de fusión y se compacta a esta temperatura. Tal compactación también es ventajosa con respecto a la deformabilidad requerida para curvar la capa de refuerzo en pequeños radios de curvatura para formar estructuras compuestas finas.

Un método preferido de fabricación de la estructura a usar como la capa de refuerzo incluye al menos un proceso de separación, a saber corte o aserrado, y al menos un proceso de compactación, a saber, compactar el material celular en la región de los puentes o a lo largo de los bordes de las celdas de material. En realizaciones especialmente preferidas del método, los pasos se incorporan secuencialmente por perforación o corte y luego por aserrado, y al menos los puentes son compactados entonces; más preferiblemente, los dos procesos de compactación indicados se realizan, por ejemplo compactando en primer lugar los puentes y luego compactando al

menos los bordes de las celdas de material cerca de la superficie. Por lo tanto, un método preferido incluye al menos tres etapas, más preferiblemente al menos cuatro. Partiendo del material base celular, la estructura de refuerzo se fabrica preferiblemente solamente por perforación o corte o aserrado y adicionalmente al menos uno de los dos procesos de compactación.

5 Para incorporar los pasos, es ventajoso disponer múltiples agujas de perforación o cuchillas de corte u hojas de sierra en una herramienta de perforación o una herramienta de corte o herramienta de aserrado, mirando a un lado superior del material base, y son movidas, por ejemplo empujadas, a o preferiblemente a través del material base por un movimiento de la herramienta hacia un lado inferior del material base. El término "lado superior del material base" se entiende aquí simplemente en el sentido de indicar el lado del material base que mira a las agujas de perforación o cuchillas de corte u hojas de sierra, y no se ha previsto indicar si la herramienta de separación está dispuesta verticalmente encima o debajo del material base, donde el material base también puede ser procesado en una orientación vertical, con la herramienta de separación dispuesta entonces al lado. Si el material base consta de placas, está convenientemente en un soporte, y las agujas de perforación, las cuchillas de corte o las hojas de sierra son empujadas de arriba abajo a o preferiblemente a través del material base.

Las agujas de perforación o las cuchillas de corte o las hojas de sierra están dispuestas preferiblemente conjuntamente en grupos, donde las agujas de perforación o las cuchillas de corte o las hojas de sierra de cada grupo producen respectivamente un agujero o paso que, según se ve en vista superior, está enmarcado por las celdas de material adyacentes y los puentes. Dentro de cada uno de los grupos, las cuchillas de corte o las hojas de sierra del grupo respectivo están dispuestas una cerca de otra según la forma de las celdas de material y las atenuaciones, respectivamente. Para producir celdas de material hexagonales, cada uno de los grupos consta de tres cuchillas de corte u hojas de sierra que, dentro de cada grupo, están dispuestas una cerca de otra según los ángulos de los hexágonos. En el caso, por ejemplo, de celdas de material cuadradas o en forma de rombo, los grupos individuales estarían formados por cuchillas de corte u hojas de sierra dispuestas transversalmente o en forma de "X" una con respecto a otra. En el caso de los hexágonos preferidos, las cuchillas de corte u hojas de sierra de cada grupo tienen forma de Y una con respecto a otra, en sección transversal; en el caso de los hexágonos equiláteros especialmente preferidos, cada uno está en un ángulo de 120° con relación a otro. Cada una de las cuchillas de corte o las hojas de sierra de los grupos individuales corta o sierra un elemento de los pasos. En lugar de disponer cuchillas de corte u hojas de sierra producidas por separado en grupos de cuchillas de corte u hojas de sierra, cada grupo se puede formar en una pieza.

Preferiblemente, las agujas de perforación o las cuchillas de corte o las hojas de sierra son movidas, convenientemente empujadas, a o a través del material base al menos de forma sustancialmente vertical con respecto a la superficie que forma el lado superior del material base; la dirección de empuje es preferiblemente exactamente ortogonal a la superficie en cuestión.

En realizaciones preferidas, las agujas de perforación, las cuchillas de corte o las hojas de sierra son movidas solamente en un solo plano al perforar o cortar o aserrar, donde el movimiento de perforación o corte o aserrado es un movimiento lineal en realizaciones preferidas. Cada hoja de sierra exhibe preferiblemente un grosor que corresponde a la anchura de los pasos. Si se forman grupos, como es preferible, entonces las hojas de sierra de cada grupo forman una sección transversal que corresponde a la sección transversal de los pasos. En tales realizaciones, las hojas de sierra sierran en o preferiblemente a través del material base por medio de un movimiento lineal o un movimiento en un plano solamente, es decir, no son movidas transversalmente a su dirección de empuje con relación al material base, con el fin de producir los pasos. Incorporando los pasos por medio de mover simplemente las cuchillas de corte o las hojas de sierra recíprocamente de esta forma acelera el proceso de corte o aserrado. En realizaciones preferidas, las cuchillas de corte o las hojas de sierra incluyen un borde de corte o fila de dientes de sierra inclinados con respecto a la dirección de empuje. El borde cortante o la fila de dientes de sierra se extiende preferiblemente hasta una punta de cada cuchilla de corte o cuchilla de sierra que sobresale en la dirección de empuje. El proceso de corte o aserrado puede implicar así punción y luego, mientras se mueve la cuchilla de corte o la cuchilla de aserrado en la dirección de empuje, un enganche de corte o aserrado con el material base que continúa transversal a la dirección de empuje en el material base.

Al cortar o aserrar en lotes, la herramienta de separación realiza preferiblemente un movimiento de carrera recíproco compuesto por el movimiento de empuje a y preferiblemente a través del material celular y el movimiento inverso.

Si el material base es suficientemente flexible de modo que se puede enrollar sobre un rodillo incluso sin los pasos, entonces es posible incorporar los pasos en un método continuo. Tales materiales, por ejemplo espumas de PE o PP, se desenrollan en una realización de método continuo de un carrete y son guiados a través de un intervalo de rodillo formado por dos rodillos que giran en dirección contraria uno a otro o al menos por un rodillo conjuntamente con un medio de contrapresión que se fija según sea aplicable. Los pasos se incorporan en el intervalo. El rodillo o más preferiblemente al menos un rodillo del par de rodillos que forman el intervalo, está montado con las agujas de perforación o las cuchillas de corte o las hojas de sierra. Los rodillos o el rodillo y sus medios de contrapresión que se forman de forma diferente cooperan como un molde macho hembra. En realizaciones preferidas del método, la hoja es guiada sucesivamente a través de múltiples intervalos, preferiblemente a través de al menos dos intervalos, donde el molde macho de un intervalo está dotado de cuchillas de corte y el molde hembra del al menos único otro

intervalo está dotado de hojas de sierra.

Si el proceso de separación implica al menos uno de un proceso de perforación y un proceso de corte y luego al menos un proceso de aserrado, el material base es alimentado preferiblemente de forma automática a la herramienta de perforación o corte y luego a la herramienta de aserrado, en una operación discontinua, por ejemplo, por medio de una correa transportadora u otra forma de medio de transporte continuo, y en un proceso continuo como un producto de hoja que es transportado a través de intervalos de rodillo dispuestos secuencialmente en la dirección de transporte. La perforación antes del aserrado es una opción preferida. La perforación y el aserrado se pueden realizar con herramientas separadas, a saber una herramienta de perforación y una herramienta de aserrado, o por una herramienta de perforación y aserrado incluyendo una o más hojas de sierra con agujas de perforación que forman la punta de la hoja de sierra respectiva, sobresaliendo la aguja de perforación de la hoja de sierra.

La estructura compuesta en construcción emparedada también puede incluir al menos una capa de cobertura adicional y al menos una capa de refuerzo adicional, y se puede fabricar en concreto en una construcción emparedada múltiple. Un emparedado doble incluyendo tres capas de cobertura, a saber una capa de cobertura exterior, una media y otra exterior y dos capas de refuerzo dispuestas respectivamente entre las capas de cobertura exteriores y la capa de cobertura media, puede servir como un ejemplo. También es posible disponer una o varias capas de refuerzo, una encima de la otra, entre capas de cobertura, donde la capa de refuerzo inferior o más baja está adyacente a una capa de cobertura inferior, y la capa de refuerzo superior o más alta está adyacente a una capa de cobertura superior.

También se describen características preferidas en las reivindicaciones secundarias y en las combinaciones de las reivindicaciones secundarias.

Realizaciones ejemplares de la invención se explican a continuación en base a las figuras. Las características descritas en las realizaciones ejemplares, individualmente y en cualquier combinación de características, desarrollan ventajosamente la materia de las reivindicaciones y también las realizaciones descritas anteriormente.

La figura 1 muestra una estructura de refuerzo en vista superior.

La figura 2 muestra la estructura de refuerzo en sección transversal.

La figura 3 muestra la estructura de refuerzo deformada en sección transversal.

La figura 4 muestra una cuchilla de corte.

La figura 4a muestra un grupo de cuchillas de corte, en vista desde abajo.

La figura 5 muestra una hoja de sierra.

La figura 5a muestra un grupo de hojas de sierra, en vista desde abajo.

La figura 6 muestra una prensa de puentes.

La figura 7 muestra una prensa superior.

La figura 8 muestra una estructura compuesta de una realización en sección transversal.

La figura 9 muestra la estructura compuesta de la realización en vista en perspectiva.

Y la figura 10 muestra la estructura compuesta de la realización que sirve como un cilindro de presión.

La figura 1 representa una estructura de refuerzo 3 hecha de un material celular, a saber un material de espuma plástica. Se puede incrustar elementos de refuerzo, por ejemplo filamentos, en el material celular; sin embargo, el material celular es preferiblemente un material celular no reforzado. La estructura de refuerzo 3 consta de celdas de material poligonales 4, en la realización ejemplar celdas de material hexagonales 4, y puentes de conexión relativamente finos 5. Las celdas de material 4 están conectadas en cada uno de sus lados a la celda de material 4 adyacente más próximo mediante un puente de conexión central 5. Debido a su forma hexagonal, cada una de las celdas de material 4 está conectada a sus celdas de material 4 adyacentes más próximas mediante seis puentes de conexión 5. La anchura de las celdas de material 4, medida en cada dirección del plano de visión, es claramente mayor que la longitud de los puentes de conexión 5. El espacio entre las celdas de material adyacentes más próximas respectivamente 4 es libre, aparte de los puentes de conexión 5. Las cavidades que así permanecen libres entre las celdas de material 4 forman pasos 6 en comparación con un material base celular no estructurado en forma de placa o de manta. Dependiendo de la resistencia a la flexión del material base en forma de placa o manta, estas cavidades o pasos 6 facilitan, o incluso permiten en grado apreciable, la deformabilidad tridimensional.

Primariamente, la estructura de refuerzo 3 se puede deformar tridimensionalmente, es decir, curvar alrededor de múltiples ejes que no apuntan paralelos uno a otro, desplazando las celdas de material 4 una con relación a otra, a saber, deformando los puentes de conexión 5. Por lo tanto, la estructura de refuerzo 3 es adecuada como un material central para compuestos ligeros curvados tridimensionalmente en una construcción emparedada. Los pasos 6 también permiten en particular la penetración de una junta, por ejemplo una resina sintética o masa adhesiva, por la que dos capas de cobertura se pueden conectar fijamente una a otra en una conexión de material mediante la estructura de refuerzo 3. La junta llena preferiblemente de forma completa los espacios que quedan libres entre las celdas de material 4 en la región de los pasos 6 y consiguientemente forma una estructura de refuerzo en forma de panel para las capas de cobertura en el compuesto endurecido.

La figura 2 representa la estructura de refuerzo 3 en un estado inicial no deformado en el que la estructura de refuerzo 3 forma sustancialmente una manta o chapa plana estructurada según la forma de las celdas de material 4.

La figura 3 representa la estructura de refuerzo 3 en un estado deformado en el que celdas de material adyacentes más próximas 4 apuntan en un ángulo inclinado una a otra, debido a flexión en el puente de conexión 5 que las conecta respectivamente.

La estructura de refuerzo 3 se produce en lotes a partir de un material base celular en forma de placa o manta, una placa inicial, o de forma continua a partir de un material laminar en múltiples pasos del método. La placa inicial u hoja producida exhibe un grosor de material que corresponde al menos sustancialmente a las celdas de material 4 en todo él. Es una placa o material laminar homogéneo, no estructurado que, sin embargo, exhibe una estructura celular microscópica y cuando sea aplicable, también macroscópica que tiene una densidad correspondientemente baja. En la realización ejemplar, el material base celular es un material de espuma plástica. Tales materiales de espuma se pueden producir en concreto por extrusión y separar en las placas iniciales a procesar, o se pueden enrollar sobre un rodillo como una hoja producida si el material base es correspondientemente flexible.

Los pasos 6 se incorporan a dicho material base celular en un método polietápico por corte o perforación y luego aserrado. Una vez completado el proceso de separación de etapas múltiples, que implica al menos un proceso de corte o perforación y al menos un proceso de aserrado, los puentes de conexión 5 que permanecen entre las celdas de material 4 y los pasos 6 así obtenidos son compactados por compresión y así se reduce su sección transversal, de tal manera que los puentes compactados 5 no lleguen a ambos lados superior e inferior de las celdas de material 4, como se puede ver, por ejemplo, en las figuras 5 y 6. Los puentes 5 pueden ser compactados con o sin ser calentados. La reducción de la sección transversal de los puentes 5 por compresión representa un método que es simple y por lo tanto barato de realizar mecánicamente y que proporciona zonas de contacto para la junta a la capa de cobertura respectiva del compuesto en la región de los pasos 6.

Antes de que los puentes 5 sean compactados o más preferiblemente después de que los puentes 5 hayan sido compactados, o, cuando sea aplicable, al mismo tiempo que los puentes 5 son compactados, las celdas de material 4 también pueden ser compactadas por medios de compresión en un rango de profundidad casi superficial en cada uno de los lados superior e inferior, con el fin de redondear los bordes de las celdas de material 4 que todavía tienen bordes afilados después del proceso de separación. En las figuras 1 a 3, los bordes ya redondeados llevan el signo de referencia 7. Las celdas de material 4 también se pueden calentar al menos en su rango de profundidad casi superficial para soportar la compactación de este material, o también pueden ser compactadas a temperatura ambiente, por medio de presión solamente. Por una parte, el redondeo de los bordes 7 evita los efectos de entalladura y, por la otra, aumenta ventajosamente la zona de contacto disponible para la junta a la capa de cobertura del compuesto situado en el lado superior o inferior respectivo de la estructura de refuerzo 3.

Las figuras 4 y 5 muestran respectivamente una cuchilla de corte 10 y una hoja de sierra 12 en vista lateral. Para incorporar los pasos 6, se coloca una pluralidad de cuchillas de corte 10 en una herramienta de corte y se coloca una pluralidad igual de hojas de sierra 12 en una herramienta de aserrado. La herramienta de corte puede estar formada, por ejemplo, por una viga de corte en la que se dispongan las cuchillas de corte 10, sobresaliendo de la viga de corte hacia el material base a procesar. La herramienta de aserrado puede incluir igualmente dicha viga de aserrado para las hojas de sierra 12 que se colocan en la viga de aserrado, sobresaliendo hacia el material base. Las cuchillas de corte 10 y las hojas de sierra 12 se colocan en la herramienta respectiva en grupos de tres, constando cada uno de tres cuchillas de corte 10 u hojas de sierra 12 que apuntan en forma de Y una con respecto a otra, como se representa en las vistas desde abajo en las figuras 4a y 5a. La herramienta respectiva se puede mover hacia atrás y hacia delante en una dirección de empuje que se indica en la cuchilla de corte 10 y la hoja de sierra 12 con una flecha direccional, de tal manera que, en el respectivo movimiento de carrera, las cuchillas de corte 10 de la herramienta de corte o las hojas de sierra 12 de la herramienta de aserrado sean empujadas hacia y a través del material base en la dirección de empuje. Cada cuchilla de corte 10 incluye una punta que sobresale en la dirección de empuje y, inclinado de ésta con respecto a la dirección de empuje -en la realización ejemplar, inclinado en un ángulo de inclinación constante- un borde cortante 11 comparable a una guillotina, de tal manera que las cuchillas de corte 10 penetren en el material base con su punta primero y luego sigan cortando a lo largo del respectivo borde cortante 11, con el fin de obtener un corte uniforme.

El proceso de aserrado se realiza después del corte o la perforación opcional, donde las hojas de sierra 12 están

colocadas exactamente enfrente de los cortes o agujeros incorporados y luego se mueven en la dirección de empuje representando con relación al material inicial provisto de los cortes. Las hojas de sierra 12 son movidas hacia delante a lo largo de los cortes o agujeros. Incluyen igualmente una punta en sus extremos sobresalientes en la dirección de empuje, comparable a las cuchillas de corte 10, desde la que una fila de dientes de sierra 13 inclinados con respecto a la dirección de empuje se ahúsa en contra de la dirección de empuje, comparable al borde cortante 11. Como una primera aproximación, el efecto de las hojas de sierra 12 es comparable a una sierra de vaivén o sable; sin embargo, debido a la fila inclinada de dientes de sierra 13, una fuerza que actúa en la dirección de empuje es suficiente para ensanchar el corte o agujero previamente producido por un proceso de aserrado que continúa desde la respectiva punta de la hoja de sierra hacia un puente de conexión adyacente respectivamente más próximo 5 o se aleja de un puente de conexión adyacente respectivamente más próximo 5. Durante el aserrado, el paso 6 se ensancha según el grosor de las hojas de sierra 12, en particular el grosor de las filas de dientes de sierra 13.

Las cuchillas de corte 10 exhiben una anchura de, preferiblemente, al menos 600 µm y preferiblemente a lo sumo 1600 µm. Las hojas de sierra 12 exhiben preferiblemente una anchura mayor de preferiblemente al menos 700 µm y preferiblemente a lo sumo 5 mm.

La figura 6 ilustra una prensa de puentes 14 que usa uno de los puentes 5 que pueden ser comprimidos y por ello compactados después de haber formado los pasos 6 mediante al menos uno de corte y aserrado, de tal manera que la sección transversal del puente 5 en cuestión se reduzca permanentemente. En un lado inferior 15, mediante el que presiona contra el puente 5 durante la compresión, la prensa de puentes 14 incluye un rebaje 16. El rebaje 16 es semicilíndrico -en la realización ejemplar, semicircular cilíndrico- y se extiende sobre todo el lado inferior 15. El puente compactado 5 descansa en el rebaje 16 en el extremo de la carrera de compactación. Cada puente 5 es comprimido por medio de dos prensas de puentes 14, de las que una mira y está enfrente del lado superior de la estructura de refuerzo 3 y de las que la otra mira y está enfrente del lado inferior de la estructura de refuerzo 3. Las prensas de puentes 14 son movidas una hacia otra en pares -según sea aplicable, una de las prensas de puentes 14 puede permanecer en reposo mientras que solamente se mueve la otra- hasta que el puente 5 en cuestión haya sido compactado a la forma final deseada. La dirección de movimiento de la prensa de puentes 14 se indica con una flecha direccional. En una realización preferida, las prensas de puentes 14 sobresalen de una herramienta de formación en un número y disposición que corresponde al número y a la disposición de los puentes 5 a compactar. Se dispone otra herramienta de formación mirando al otro lado de la preestructura de refuerzo producida por corte y aserrado. Cada prensa de puentes 14 exhibe un grosor que corresponde al menos sustancialmente a la longitud de los puentes 5.

La figura 7 representa una prensa superior 17 por medio de la que una de las celdas de material 4 es compactada en su lado superior o lado inferior por compresión, donde la celda de material 4 es compactada primariamente a lo largo de los bordes 7 obtenidos por el proceso de separación, preferiblemente aserrado, donde el borde 7 en cuestión es redondeado primariamente. La prensa superior 17 incluye un espacio hueco 18 en su lado inferior mirando a la estructura de refuerzo 3. El espacio hueco 18 tiene forma de canal. Durante la compresión, aloja el lado superior o inferior de una de las celdas de material 4. En su borde circunferencial, el espacio hueco 18 se ahúsa en una curva, cuya forma corresponde a la curva deseada para los bordes 7 de las celdas de material 4. Se ha colocado una herramienta de formación mirando a cada uno del lado superior y el lado inferior de la estructura de refuerzo 3 y está provista de un número de prensas superiores 17 correspondiente al número y a la forma de las celdas de material 4. En este paso de formación, las celdas de material 4 son comprimidas entre las prensas superiores 17 de las dos herramientas y por ello son compactadas cerca de la superficie, al menos en la región de los bordes 7.

La estructura de refuerzo 3 se puede producir a partir de una placa inicial hecha del material base celular en un proceso discontinuo de la siguiente manera:

Como ya se ha indicado, las cuchillas de corte 10 o las agujas de perforación se colocan en la herramienta de corte o una herramienta de perforación a lo largo de un soporte de la herramienta en grupos de tres cuchillas de corte 10 o agujas cada uno, donde las cuchillas de corte 10 de cada grupo de tres están dispuestas en forma de Y una con respecto a otra, consiguientemente las agujas están en un triángulo. Las hojas de sierra 12 están dispuestas correspondientemente a lo largo de un soporte de la herramienta de aserrado. Placas iniciales del material celular son transportadas sucesivamente y en pasos, debajo de la herramienta de corte y la herramienta de aserrado. En cada movimiento de carrera de la herramienta de corte, las cuchillas de corte 10 o las agujas producen un corte o agujero en la región de los pasos 6 a producir. Las regiones de corte o los agujeros se sierran entonces por medio de un movimiento de carrera de la herramienta de aserrado y las hojas de sierra 12 que sobresalen de ella.

Las placas obtenidas respectivamente después de estos procesos como preestructuras de refuerzo son transportadas a la herramienta de formación incluyendo las prensas de puentes 14, donde los puentes 5 son compactados. En el paso final, los bordes 7 de las celdas de material 4 son redondeados por medio de otra herramienta de formación que lleva una pluralidad de prensas superiores 17. En una variante, el orden de las dos operaciones de compactación se puede invertir. También es posible compactar los puentes 5 y redondear los bordes 7 de las celdas de material 4 en la misma posición, y cuando sea aplicable al mismo tiempo. En tales realizaciones,

una herramienta de formación combinada incluye tanto prensas de puentes 14 como las prensas superiores 17, donde las prensas de puentes 14 pueden ser movidas en la dirección de compresión con relación a las prensas superiores 17. Los puentes 5 y las celdas de material 4 pueden ser compactados mientras están fríos, a temperatura ambiente. En otro desarrollo, las prensas de puentes 14 se templan a una temperatura ligeramente por debajo del punto de fusión del material base celular. En otro desarrollo, las prensas superiores 17 se templan a dicha temperatura. También es posible templar correspondientemente las prensas de puentes 14 y las prensas superiores 17.

La figura 8 representa una sección transversal de una estructura compuesta de una realización. La estructura compuesta es tubular. Incluye una capa de cobertura interior o primera 1 y una capa de cobertura exterior o segunda 2, constando cada una, por ejemplo, de un material plástico preferiblemente con elementos de refuerzo incrustados como fibras de vidrio o carbono. La estructura de refuerzo 3 está intercalada entre las capas de cobertura 1 y 2, es una capa de refuerzo incrustada 3. Sus pasos 6 se llenan de una junta 8, preferiblemente una resina endurecida. La junta 8 se conforma a la estructura de panel de las celdas de material 4 y llena los primeros pasos 6 y todo el espacio vacío entre las capas de cobertura 1 y 2 que deje la capa de refuerzo 3. La estructura compuesta tiene una sección transversal anular en toda o al menos la mayor parte de su longitud. Las capas 1, 2 y 3 son anulares al menos en la mayor parte de la longitud total de la estructura compuesta. Una línea longitudinal central C de la estructura compuesta puede estar curvada, con cocas, o ser simplemente recta dependiendo de la extensión de la estructura compuesta en la dirección longitudinal.

La figura 9 representa una porción axial de la estructura compuesta tubular de la realización en vista en perspectiva. La estructura compuesta se ha formado a modo de cilindro, al menos en la porción axial representada. La estructura compuesta tubular se puede formar en concreto a modo de cilindro en toda su longitud, en la realización ejemplar como un cilindro con una circunferencia interior circular y otra exterior circular que son concéntricas entre sí.

Ambas capas de cobertura 1 y 2 son considerablemente más finas que la capa de refuerzo 3. El diámetro exterior de la estructura compuesta es preferiblemente de menos de 50 cm en toda su longitud, y puede ser de menos de 30 cm, en toda la longitud de la estructura compuesta, mientras que la longitud axial puede ser superior a 1 m. El grosor de las capas 1, 2 y 3 al unísono es preferiblemente menos de la mitad del diámetro interior o un diámetro interior máximo de la estructura compuesta medido en la sección transversal respectiva. Las capas 1, 2 y 3 pueden tener cualquier forma de aro en lugar de ser circulares, por ejemplo, se pueden conformar para formar un aro elíptico o por lo demás oval o poligonal. Sin embargo, las formas de aro circular u oval son preferibles, en particular si la estructura compuesta tubular sirve como un recipiente a presión o como un mástil o porción longitudinal de un mástil de un barco de vela o buque, para nombrar solamente aplicaciones preferidas de la estructura compuesta.

La figura 10 representa un cilindro de presión que incluye la estructura compuesta tubular de la realización. La estructura tubular, es decir, las capas intercaladas 1, 2 y 3 conjuntamente con la junta 8, constituye al menos la porción cilíndrica del cilindro de presión y también puede formar, en una pieza, un cuello del cilindro. Una parte inferior del cilindro también se puede formar conjuntamente con la porción cilíndrica, en el mismo proceso de conformación de las capas 1, 2 y 3 y en particular en el mismo proceso de endurecimiento al endurecer la junta 8 que llena cualquier espacio vacío entre la primera capa 1 y la segunda capa 2 que deje la capa de refuerzo 3.

En un método de fabricación, la primera capa 1 se puede facilitar como una estructura tubular preformada o al menos en forma de tubo, por ejemplo un tubo cilíndrico, por ejemplo, de plástico conteniendo elementos de refuerzo incrustados como fibras. Se enrolla una placa de estructura de refuerzo flexible 3 alrededor de la superficie exterior de la primera capa 1 para formar la capa de refuerzo intermedia 3. A continuación, la capa exterior 2 se enrolla alrededor de la superficie exterior de la capa de refuerzo 3. Alternativamente, las capas 2 y 3 se pueden prefiar una a la otra y enrollar alrededor de la capa interior 1 como un paquete. La capa interior preformada 1 sirve como un mandril alrededor del que enrollar las otras capas 3 y 2. El paquete en capas se puede colocar entonces o estar ya colocado en una herramienta para llenar cualquier espacio vacío entre las capas de cobertura 1 y 2 con la junta 8. Para llenar el paquete en capas 1-3 se puede rarificar. La junta 8 se endurece por autocurado o tratamiento térmico dependiendo de la naturaleza de la junta 8. La herramienta puede ejercer una presión uniforme sobre toda la superficie circunferencial exterior de la estructura compuesta hasta que la junta 8 endurezca.

En lugar de llenar el paquete de capas 1-3 con la junta 8, la junta 8 se puede facilitar, en todas las realizaciones, como parte de una o varias capas 1, 2 y 3. La primera capa 1 o la segunda capa 2 se puede facilitar como un prepreg, es decir, una tela impregnada de resina. En su lugar o adicionalmente, la estructura de refuerzo 3 que es la capa de refuerzo intermedia 3 de la estructura compuesta tubular puede contener la junta 8 o parte de la junta 8 necesaria para llenar el espacio vacío entre las capas de cobertura 1 y 2 en las cavidades entre las celdas de material 4. La superficie de las celdas de material 4 también se puede cubrir opcionalmente con una capa fina de la junta 8.

Signos de referencia

1: primera capa

- 2: segunda capa
- 3: capa de refuerzo
- 5 4: celda de material
- 5: puente
- 6: paso
- 10 7: borde
- 8: junta
- 15 10: cuchilla de corte
- 11: borde cortante
- 12: sierra
- 20 13: fila de dientes de sierra
- 14: prensa de puentes
- 25 15: lado inferior de prensa de puentes
- 16: rebaje en prensa de puentes
- 17: prensa superior
- 30 18: espacio hueco
- 19: borde circunferencial
- 35

REIVINDICACIONES

1. Una estructura compuesta tubular, incluyendo:

5 a) una primera capa (1) y una segunda capa (2),

b) una capa de refuerzo (3) de un material base celular en forma de hoja, a saber un material plástico en espuma, dispuesto entre las capas primera y segunda (1, 2),

10 c) incluyendo la capa de refuerzo (3) pasos (6) que están distribuidos sobre el material base,

d) y una junta (8) que conecta las capas de cobertura una a otra en una conexión de material o una conexión de fuerza, y permea la capa de refuerzo (3) en la región de los pasos (6),

15 **caracterizada porque**

e) los pasos (6) subdividen el material base en una pluralidad de celdas de material (4), estando delineadas las celdas de material (4) una de otra por los pasos (6) e interconectadas por puentes (5) que permanecen entre pasos adyacentes (6),

20 f) y la junta (8) encierra al menos los lados de las celdas de material (4) de la capa de refuerzo (3).

2. La estructura compuesta según la reivindicación precedente, donde la estructura compuesta es una estructura tubular de soporte de carga o porción axial de una estructura tubular de soporte de carga como un mástil, viga maestra, puntal, travesaño, nervio, pilar o viga de un barco, buque, avión, automóvil u otro vehículo o de un edificio, por ejemplo, de una estructura de un techo, o es un recipiente a presión o tubo de alimentación o una parte principal hueca de un recipiente a presión o un tubo de alimentación.

3. La estructura compuesta según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la longitud de la estructura compuesta tubular es al menos dos veces, preferiblemente al menos cinco veces, la anchura más grande de la estructura compuesta tubular.

4. La estructura compuesta según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la circunferencia exterior de la estructura compuesta tubular encaja en un cuadrado que tiene una anchura de a lo sumo 50 cm, preferiblemente de 30 cm a lo sumo.

5. La estructura compuesta según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la junta (8) está llena de partículas de refuerzo, preferiblemente de al menos una de fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de basalto, nanopartículas y micropartículas huecas.

40 6. Un método para fabricar una estructura compuesta tubular, incluyendo los pasos de

(a) proporcionar una primera capa (1) como un cuerpo a modo de tubo preformado o enrollándola al menos parcialmente alrededor de un mandril,

45 (b) enrollar una capa de refuerzo en forma de hoja (3) de un material base celular, a saber un material plástico de espuma, al menos parcialmente alrededor de una superficie exterior de la primera capa (1), o cubrir al menos la mayor parte de una superficie exterior de la primera capa (1) con la capa de refuerzo (3) y enrollar ambas capas (2, 3) en el paso (a) al menos parcialmente alrededor del mandril,

50 (c) enrollar una segunda capa (2) al menos parcialmente alrededor de la capa de refuerzo (3), o cubrir al menos la mayor parte de una superficie exterior de la capa de refuerzo (3) con la segunda capa (2) y enrollar la capa de refuerzo (3) junto con la segunda capa (2) en el paso (b) al menos parcialmente alrededor de la primera capa (1) o conjuntamente con la primera capa (1) y la segunda capa (2) en el paso (a) al menos parcialmente alrededor del mandril,

55 (d) incluyendo la capa de refuerzo (3) pasos (6) que están distribuidos sobre el material base y subdividen el material base en una pluralidad de celdas de material (4), estando delineadas las celdas de material (4) una de otra por los pasos (6) e interconectadas por puentes (5) que queden entre pasos adyacentes (6),

60 (e) proporcionar una junta (8) que llena el espacio entre la primera capa (1) y la segunda capa (2) incluyendo los pasos (6) a través de la capa de refuerzo (3),

65 (f) y endurecer la junta (8) mientras las capas (1, 2, 3) forman una estructura tubular en capas (1, 2, 3) para conectar la primera capa (1) a la segunda capa (2) mediante la capa de refuerzo (3) en una conexión de material o una conexión de fuerza.

- 5 7. El método según la reivindicación precedente, donde la capa de refuerzo (3) se enrolla en el paso (b) al menos parcialmente alrededor de la primera capa (1) y la segunda capa (2) se enrolla en el paso (c) al menos parcialmente alrededor de la capa de refuerzo (3).
8. El método según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde la primera capa (1) o la segunda capa (2) se facilita como un prepreg.
- 10 9. El método según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde los pasos (6) de la capa de refuerzo (3) se llenan con la junta (8) antes de enrollarla al menos parcialmente alrededor del mandril o la primera capa (1), preferiblemente antes de realizar el paso (b) o el paso (c).
- 15 10. El método según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde los pasos (6) se incorporan al material base celular en forma de hoja de la capa de refuerzo (3), distribuidos sobre una zona del material base, por medio de separación como perforación o corte o aserrado, preferiblemente por al menos uno de perforación y corte, y luego aserrado.
- 20 11. El método según la reivindicación precedente, donde una zona en sección transversal de los puentes (5) se reduce por medio de compresión, preferiblemente calentando y comprimiendo los puentes calentados (5).
12. El método según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde los puentes (5) son compactados de tal manera que no lleguen a un lado superior y lado inferior de las celdas de material respectivamente adyacentes (4).
- 25 13. El método según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde las celdas de material (4) son compactadas cerca de la superficie y así redondeadas en un lado superior o un lado inferior, a lo largo de al menos una parte de los bordes (7) formados incorporando los pasos (6), donde las celdas de material (4) son calentadas opcionalmente al menos en la región de los bordes (7) a redondear, y son compactadas cerca de la superficie a lo largo de los bordes opcionalmente calentados (7).
- 30 14. El método según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde se incrustan estructuras de refuerzo en el material base celular.

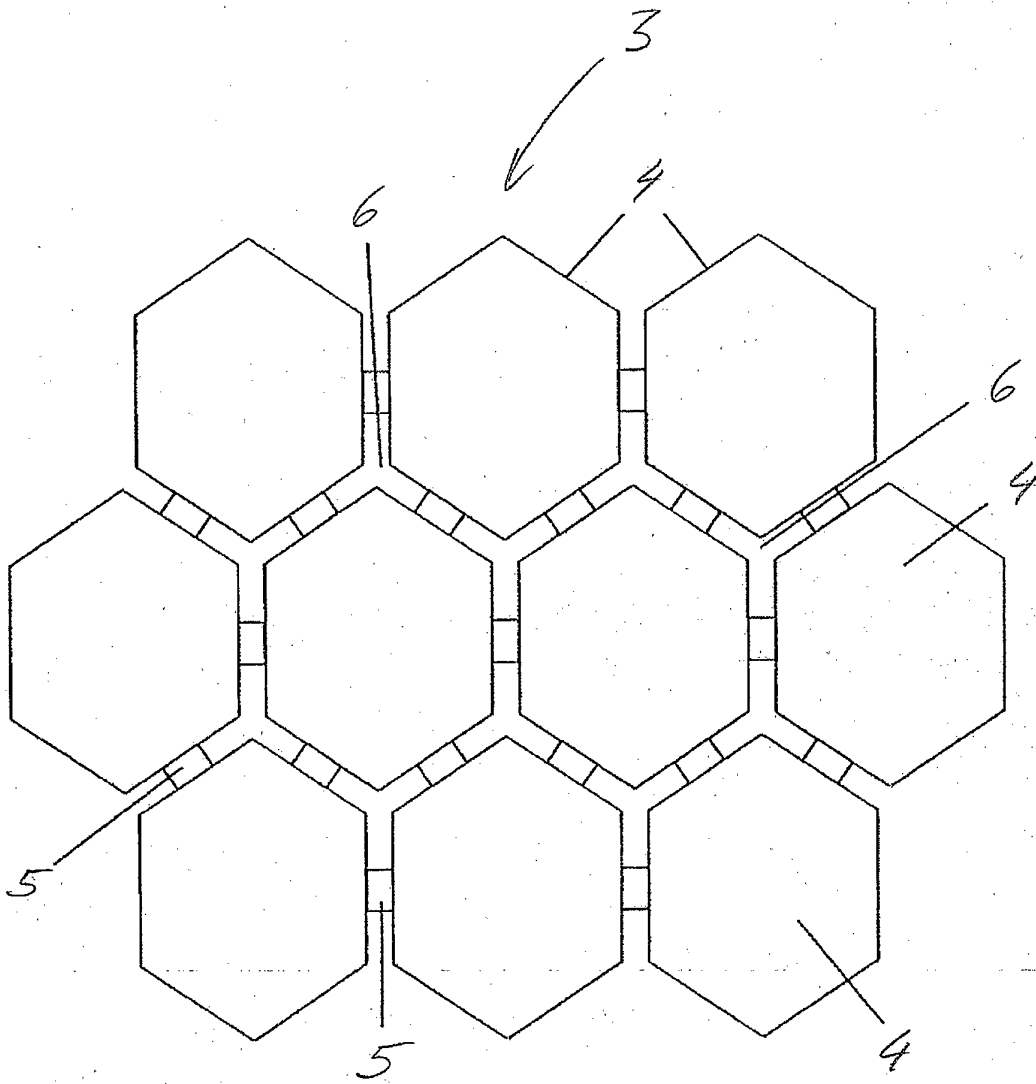


FIGURA 1

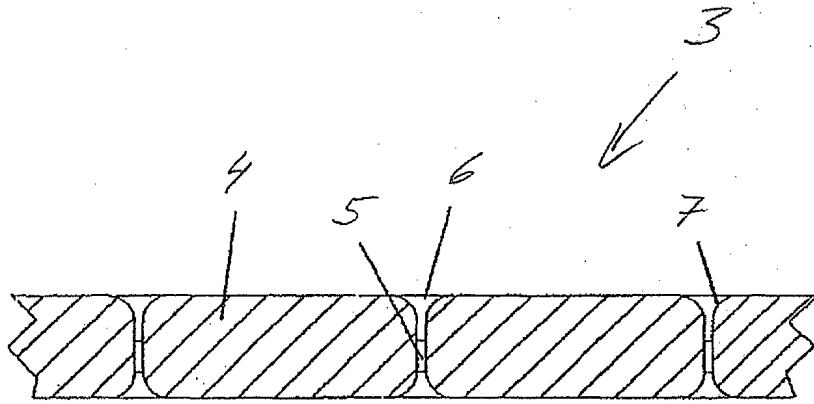


FIGURA 2

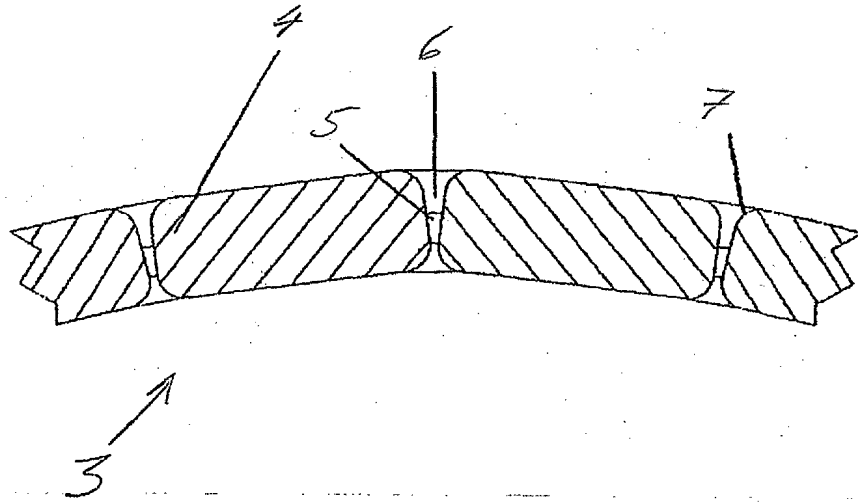


FIGURA 3

FIGURA 4

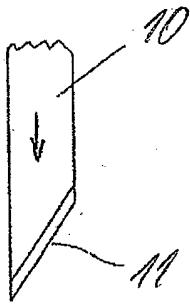


FIGURA 5

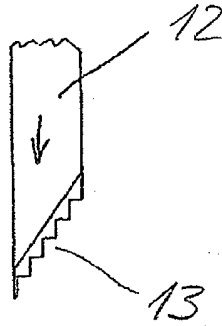


FIGURA 6

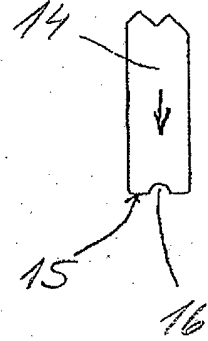


FIGURA 4a

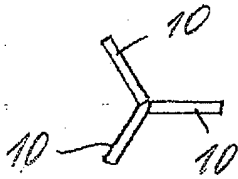


FIGURA 5a

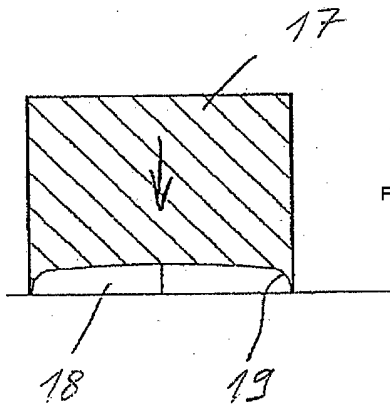
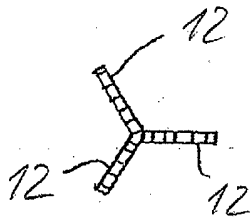


FIGURA 7

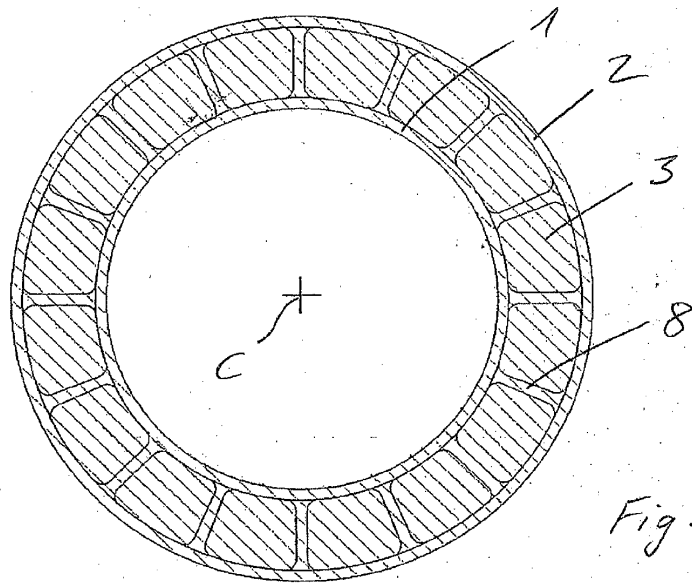
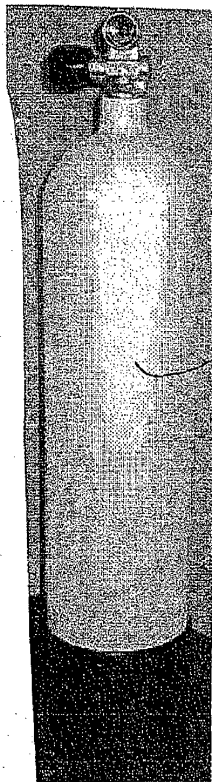


Fig. 8



1,2,3,8

Fig. 10

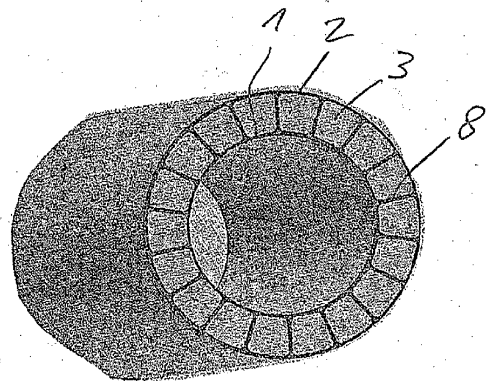


Fig. 9