

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 745**

51 Int. Cl.:

B32B 5/32 (2006.01)

B32B 3/18 (2006.01)

B29C 65/02 (2006.01)

B29C 44/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2013 E 13718133 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 2670591**

54 Título: **Elemento estructural y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

26.03.2012 DE 102012102603

28.03.2012 DE 102012102689

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

30.10.2014

73 Titular/es:

AIREX AG (100.0%)

Industrie Nord 26

5643 Sins, CH

72 Inventor/es:

RAKUTT, DIETMAR y

GAUL, MARTIN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 515 745 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

Elemento estructural y procedimiento para su fabricación

5 La invención se refiere a un elemento estructural para su empleo como capa de núcleo en un elemento compuesto de tipo sándwich según el preámbulo de la reivindicación 1, a un elemento compuesto de tipo sándwich, en particular para la fabricación de palas para turbinas eólicas y/o para aplicaciones en el sector de la marina (especialmente en la fabricación de cascos de barcos y cubiertas de barcos), en el sector del transporte ferroviario (frentes de tren, techos, suelos, elementos de pared de vagones de ferrocarril), en transportes de viajeros por carretera (techos, suelos y frentes de autobús), para aplicaciones estructurales en el sector de la construcción (por ejemplo, cubiertas) según la reivindicación 15, así como a un procedimiento para la fabricación de un elemento
10 estructural de este tipo según el preámbulo de la reivindicación 10.

Por el documento DE 60 2006 000 081 T2 es conocido un procedimiento para la fabricación de un elemento estructural en el que los elementos de espuma de poliestireno extrusionados con una estructura de células cerradas son unidos entre sí por soldadura para la fabricación de un bloque. El bloque es después subdividido en elementos individuales, por ejemplo mediante corte con elemento caliente.

15 En el documento EP 1 536 944 B2 está descrito un elemento estructural según el preámbulo que es adecuado y está destinado para su uso como capa de núcleo en un elemento compuesto de tipo sándwich para la fabricación de palas de turbinas eólicas. El elemento estructural conocido se caracteriza por una pluralidad de segmentos de cuerpo de tereftalato de polietileno (PET) dispuestos uno junto a otro en un plano y unidos entre sí, en el que los segmentos de cuerpo están soldados por sus superficies laterales adyacentes formando costuras soldadura planas, que en una vista en planta desde arriba se cruzan sobre un lado plano del elemento estructural, formando las
20 costuras de soldadura planas una capa intermedia de plástico con pocos poros o ningún poro del plástico fundido de los segmentos de cuerpo en forma de una estructura de nervios de tipo red que actúa como reforzamiento.

El elemento estructural con forma plana conocido se obtiene a partir de un bloque de material de espuma que comprende la pluralidad de segmentos de cuerpo soldados entre sí, dividiéndolo por serrado perpendicularmente a la extensión superficial de las costuras de soldadura que se cruzan en una pluralidad de elementos estructurales en forma de placa. El elemento estructural así obtenido es procesado para formar un elemento compuesto de tipo sándwich, pegando los lados planos formados por el serrado de un bloque de material de espuma, respectivamente, a una capa de cubierta (por ejemplo, chapa de aluminio) utilizando resina adhesiva o laminándolo directamente con una capa de cubierta de resina reforzada con fibra sin ninguna capa de adhesivo. Los elementos estructurales conocidos han demostrado su valor como capas de núcleo en tales elementos compuestos de tipo sándwich. Sin embargo, se han hecho esfuerzos para reducir la absorción de resina del elemento estructural, en particular con una fuerza de adherencia constante de la capa de cubierta para obtener así un elemento compuesto de tipo sándwich con un espesor total menor y, por tanto, con el mismo volumen y un peso inferior mantener la misma capacidad de carga mecánica. En particular en el caso del procedimiento de laminación, en el que la resina de laminación es succionada en la disposición de capas con ayuda de vacío, una absorción reducida de resina es especialmente interesante, ya que la resina de laminación debido a la aplicación de vacío tiene tendencia a rellenar todos los espacios accesibles, y por lo tanto supone una fracción relativamente grande del peso total.

Por el documento WO 2005/047377 A1 que no se ocupa de espumas de PET se ofrece como solución a un problema similar configurar la espuma con poros finos. Sin embargo, en última instancia, esto conduce a una adherencia o efecto de pegado insuficiente entre un elemento estructural y una capa de cubierta.
40

En el documento WO 2004/007600 A1, que tampoco se ocupa de espumas de PET, se describe otra vía de solución según la cual el material espumado es compactado bajo la aplicación de presión y temperatura. Sin embargo, esto tiene como resultado espumas con una densidad relativamente alta y hace que el procedimiento de fabricación sea antieconómico debido a la etapa de trabajo adicional necesaria.

45 El documento US 2005/0060895A1 se ocupa de la fabricación de tablas de surf formadas por varios elementos estructurales espumados de poliestireno, en el que los elementos estructurales son deformados y soldados entre sí en una etapa de procedimiento común. Por el documento es conocido emplear corte de hilo caliente para la conformación de los elementos estructurales soldados entre sí.

El documento US 6,213,540 A1 describe un procedimiento para la fabricación de artículos de absorción de energía en los que un bloque de material de espuma es atravesado con una red de hilos calientes para así generar dentro del bloque la estructura de costuras de soldaduras de reforzamiento. Tampoco este documento se ocupa de la reducción de la absorción de resina.

En el documento GB 2474431 A se describe un procedimiento para la fabricación de un elemento estructural para su uso como capa de núcleo en un elemento compuesto de tipo sándwich, en el que en primer lugar son extrusionadas capas de plástico una sobre otra, y en el que la capa inferior respectiva es calentada antes de la extrusión de la capa siguiente por medio de un radiador de infrarrojos, de manera que las capas se unen íntimamente entre sí. La disposición de capas es dividida después por corte con hilo caliente en grandes bloques, que luego se subdividen de
55

nuevo por el corte de hilo caliente en elementos estructurales en forma de placa. El documento no se ocupa del problema de la reducción de la absorción de resina del elemento estructural en su posterior transformación en un elemento compuesto de tipo sándwich.

5 Partiendo del estado de la técnica mencionado, la invención se propone el objeto de indicar un elemento estructural adecuado para su uso como capa de núcleo en un elemento compuesto de tipo sándwich, que esté diseñado de tal manera que, en particular en caso de adherencia de la capa de cubierta al menos aproximadamente constante, la absorción de resina se reduzca para formar una capa de cubierta que se pueda unir al elemento estructural. Este objetivo debe lograrse preferiblemente sin etapas de trabajo adicionales y sin aumento significativo del espesor del elemento estructural.

10 Además, el objeto consiste en indicar un procedimiento para la fabricación de tal elemento estructural, así como un elemento compuesto de tipo sándwich con tal elemento estructural como capa de núcleo.

15 Este objeto se consigue con respecto al elemento estructural con las características de la reivindicación 1, con respecto al procedimiento con las características de la reivindicación 10 y con respecto al elemento compuesto de tipo sándwich con las características de la reivindicación 15. Perfeccionamientos ventajosos de la invención se especifican en las reivindicaciones subordinadas. En el marco de la invención se incluyen todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, en las reivindicaciones y/o en las figuras.

Para evitar repeticiones, las características dadas a conocer en relación al dispositivo son aplicables al procedimiento y pueden ser reivindicadas para el procedimiento. Igualmente las características dadas a conocer en relación al procedimiento son aplicables y pueden ser reivindicadas para el dispositivo.

20 La invención ha observado que la condición superficial del primer lado plano (y preferiblemente también de un segundo lado plano paralelo al primer lado plano), al que puede ser pegado o laminado el elemento estructural preferiblemente con forma de placa con una capa de cubierta para formar un elemento compuesto de tipo sándwich, es crítica para la absorción de resina, ya que la resina, en particular una resina adhesiva o de laminación, puede penetrar en el elemento estructural a través de los poros abiertos en el material de espuma en la etapa de separación para la separación, es decir, la división del elemento estructural a partir de un bloque de material de espuma, ya el material de espuma si no estaría formado principalmente por células cerradas, de modo que la resina adhesiva o de laminación, en particular una resina de poliéster, resina de viniléster, resina epoxi o resina fenólica, a partir de una cierta profundidad de penetración, y por lo tanto cantidades de penetración, ya no afectan positivamente al efecto de adherencia, sino que en lugar de ello solo se eleva el peso del elemento estructural, lo que es desfavorable para aplicaciones de construcción ligera en las que un componente de tipo sándwich formado con tal elemento estructural debe ser utilizado como componente de construcción de soporte. La invención ha reconocido, además, que una superficie lisa, no porosa afecta también de forma adversa a la adherencia de la capa de cubierta, ya que la resina adhesiva no puede anclarse suficientemente en el elemento estructural. Para resolver el problema, la invención propone, por tanto, formar la superficie del primer lado plano del elemento estructural de manera que esta presente poros abiertos que contribuyan al anclaje deseado de la resina en el elemento estructural, pero es esencial que una parte de la superficie sea sellada térmicamente, es decir esté cerrada, para reducir la absorción de resina. Este efecto se basa en el hecho de que, debido al sellado térmico parcial de la superficie existen menos poros para la penetración de la resina que en el elemento estructural según el estado de la técnica, en el que el primer lado plano fue generado por serrado. Una superficie que posea estas características puede ser fabricada según la invención por corte con elemento caliente, en particular corte con hilo caliente, preferiblemente en el que el elemento estructural es separado del bloque de material de espuma por corte de elemento caliente, de modo que el proceso de corte con elemento caliente se puede conducir de manera que la superficie no sea completamente sellada, sino que queden poros abiertos para permitir el anclaje de la resina.

45 Un indicador para una guía de procedimiento correcta del proceso de corte con elemento caliente o para una superficie del primer y/o segundo lado plano del elemento estructural, que se caracteriza por una absorción de resina pequeña con simultáneamente una buena adhesión de la capa de cubierta, es el valor de brillo de la superficie del primer lado plano y eventualmente también del segundo lado plano, medido a 60° según la norma DIN 67530-1982, que se explicara con más detalle a continuación. Este debería estar según la invención entre 2 y 10 unidades de brillo.

50 Preferiblemente para la fabricación de elementos compuestos de tipo sándwich, preferiblemente en procedimientos de infusión, es empleada una resina de poliéster, resina de viniléster, resina epoxi o resina fenólica. El uso de un elemento de corte caliente es desfavorable a primera vista, ya que el proceso de corte tarda mucho más que con la sierra utilizada en el estado de la técnica.

55 Como se explicó anteriormente un valor de brillo de la superficie del primer lado plano, preferiblemente también los valores de brillo de un segundo lado plano paralelo a él, medidos a 60° según la norma DIN 67530 -1982, está entre 2 y 10 unidades de brillo, preferiblemente entre 2 y 8 unidades de brillo, aún más preferiblemente entre 3 y 6 unidades de brillo. 100 unidades de brillo corresponden a un cuerpo de referencia de vidrio (placa de vidrio negro plana pulida). Cuando se mide el valor de brillo hay que tener cuidado de que la dirección de radiación sea paralela a la dirección de corte en caso de corte con elemento caliente. El uso del valor de brillo como parámetro para

- 5 describir la superficie del primer y preferiblemente también del segundo lado plano se basa en la idea de que una superficie que presente muy pocos poros, en particular esté completamente sellada, por lo que presenta una absorción de resina muy baja, alcanza un valor de brillo muy alto, que va asociado a un efecto de adhesión pobre y, por otro lado, una superficie muy porosa, tal como la obtenida por serrado en el estado de la técnica, presenta un valor de brillo bajo, y aunque tiene una buena adherencia, lleva asociada una absorción de resina muy alta.
- 10 El esfuerzo para obtener un elemento estructural óptimo en cuanto a la superficie va en contra de los esfuerzos para la optimización de tiempo de un proceso de corte con elemento caliente, ya que el experto para la optimización de un proceso de corte con elemento caliente habitualmente maximiza, tanto la temperatura como la velocidad de avance, mientras que para obtener una superficie según la invención con las unidades de brillo indicadas debe trabajarse con una temperatura del elemento caliente lo más baja posible, lo que entonces tiene como consecuencia una mayor resistencia y por consiguiente también una velocidad de avance menor y, como resultado un proceso de corte con elemento caliente relativamente lento, que sin embargo por el acabado superficial deseado está sellado de forma suficiente pero no en un grado demasiado alto para por un lado reducir la absorción de resina y al mismo tiempo asegurar una (aún) buena adherencia.
- 15 El elemento estructural según la invención se caracteriza por una baja absorción de resina con buenas propiedades adhesivas o de pegado o rigidez en combinación con una capa de cubierta fijada al primer lado plano. Preferiblemente, el elemento compuesto de tipo sándwich que comprende el elemento estructural no comprende solo una capa de cubierta, sino dos capas de cubierta paralelas, que alojan entre ellas al elemento estructural, incluso más preferiblemente cada capa de cubierta está pegada fijamente a un lado plano o laminada en el proceso de infusión, siendo generada su superficie por corte con elemento caliente, de modo que la superficie es sellada térmicamente de forma parcial, esto es, aún presenta poros abiertos. Preferiblemente en cuanto a las capas de cubierta se trata de plástico reforzado con fibra de vidrio, y aún más preferiblemente la resina que atraviesa el material de fibra de vidrio es al mismo tiempo la resina que produce la conexión con el elemento estructural.
- 20 El elemento estructural se caracteriza además por asumir funciones de soporte en el elemento compuesto de tipo sándwich, por lo que debería presentar en particular una resistencia a la compresión de al menos 0,7 MPa, un módulo de compresión de al menos 30 MPa, una resistencia al cizallamiento de al menos 0,4 MPa, así como un módulo de cizallamiento de al menos 10 MPa.
- 25 El elemento estructural según la invención es particularmente adecuado como capa de núcleo en un componente compuesto de tipo sándwich fabricado en un procedimiento de infusión, en el que el elemento estructural es formado con tela o tejido dispuesta preferentemente por ambos lados en estado seco y posteriormente es impregnado con resina de laminación líquida desde un depósito, siendo aspirada la resina de laminación con ayuda de vacío en la estructura de capas. Es preferible que la resina que une las capas de cubierta al elemento estructural sea al mismo tiempo también la resina de las capas de cubierta con la que sea/esté impregnado el tejido o tela, en particular, esteras de fibra de vidrio.
- 30 Ha resultado especialmente ventajoso que esté sellada térmicamente una fracción superficial entre aproximadamente el 35 % y aproximadamente el 85 %, preferentemente entre aproximadamente el 40 % y aproximadamente el 75 %, del primer lado plano y preferentemente también del segundo.
- 35 Se ha encontrado particularmente ventajoso que la densidad del elemento estructural se elegida en un intervalo de valores entre 50 kg/m^3 y 250 kg/m^3 , más preferiblemente entre 60 kg/m^3 y 150 kg/m^3 .
- 40 Muy especialmente preferido es que en cuanto al material termoplástico espumado por extrusión se trate de politereftalato de polietileno (PET). De forma especialmente preferida, el tamaño medio de poro (en zonas por fuera de las costuras de soldadura) está entre 0,1 mm y 1,0 mm, preferiblemente entre 0,2 mm y 0,8 mm. Más preferible es que el bloque de material de espuma, del que se puede separar un elemento estructural según la invención, sea fabricado según el procedimiento de fabricación del documento EP 1 536 944 B2, empleándose para la separación del elemento estructural del bloque de material de espuma, en lugar de la sierra empleada en el documento EP 1 536 944 B2 un dispositivo de corte con elemento caliente, en particular un dispositivo de corte con alambre caliente, para realizar la superficie del primer lado plano, y preferiblemente también de un segundo lado plano paralelo, según el concepto de la invención.
- 45 El documento EP 1 536 944 B2, en cuanto a las características de procedimiento dadas a conocer allí para la fabricación del bloque de material de espuma, así como en cuanto a los parámetros de los materiales dados a conocer allí, es presentado como perteneciente a la invención en el marco de un perfeccionamiento y se incluye en la solicitud.
- 50 De forma muy especialmente preferida, la superficie del primer lado plano se establece de modo que la absorción de resina sobre el primer lado plano (o dentro del primer lado plano) sea elegida menor de 600 g/m^2 y/o entre 100 g/m^2 y 600 g/m^2 , preferiblemente entre 150 g/m^2 y 500 g/m^2 . La absorción de resina es la cantidad (el peso) de resina, que es absorbida por sector superficial del primer lado plano en el elemento estructural a través de los poros abiertos. Una posibilidad para la determinación de la absorción de resina se describirá a continuación.
- 55

ES 2 515 745 T3

- La absorción de la resina se obtiene por determinación de la densidad del elemento estructural antes y después de la infusión con una resina. Para hacer que esta resina que ha penetrado sea más visible, esta es preferiblemente coloreada. Como resina para la realización de la medición se emplea preferiblemente la siguiente composición de resina, tratándose en cuanto a los componentes de resina de productos de la empresa Walter Mäder AG, 8956 Killwangen. Los números de los artículos se indican entre paréntesis:
- 5
- 100 partes de resina de poliéster Crystic 192 LV (Art. n.º 900.0.0.0007),
2 partes de endurecedor M60 (Art. n.º 891.2.0.0002),
1 parte de acelerador CO 0,4 % (Art. n.º 892.0.0.0001),
1, 5 partes de pasta pigmentada naranja Crystic (Art. n.º 910.0.4.3290), así como
10 0,04 partes de inhibidor BBK 10% (Art. n.º 895.0.0010).
- El cuerpo de muestra cortado preferentemente de un elemento estructural mayor tiene preferiblemente las siguientes dimensiones: largo 200 mm, ancho 200 mm, espesor 20 mm, siendo examinados tres modelos por cada elemento estructural y formado el valor medio.
- De cada cuerpo de muestra individual es determinada la densidad aparente $Rd1$ en kg/m^3 por pesaje exacto y
15 determinación del volumen por medición con un calibre.
- Para la infusión de resina se emplea la estructura descrita en la Fig. 9. Sobre una placa de vidrio 17 son apilados desde abajo hacia arriba los siguientes materiales:
- Filtro de hilos continuos de fibras de vidrio Unifilo 450 g/m^2 (18), Fa. Bolleter + Co. AG, 9320 Arbon
 - Tejido pelable de poliéster Release Ply F azul (19), Fa. Suter- Kunststoffe AG, 3312 Fraubrunnen
 - 20 • Disposición de cuerpos de muestra con tiras biseladas en el borde y tiras entre los cuerpos de muestra de espuma XPVC C70.55 (20)
 - Tejido pelable de poliéster Release Ply F (azul) (19)
 - Filtro de hilos continuos de fibras de vidrio Unifilo 450 g/m^2 (18)
 - Película VAP (21), Fa. Aero Consultants Ltd, 8606 Nänikon
- 25 Para la disposición de los cuerpos de prueba ha dado resultado una disposición de 4 x 3 cuerpos de prueba según la figura 10. Los cuerpos de muestra de los elementos estructurales a ser examinados se pueden distribuir aleatoriamente.
- La estructura es obturada con una masilla de sellado al vacío 22 (AT 200 Y, amarillo, Fa. Aero Consultants, 8606 Nänikon, Suiza).
- 30 En la zona de entrada y salida es insertada una banda espiral de 9 mm 23, Fa. Otto Fischer AG, 2008 Zürich y en cada caso unida en el centro con un racor en T TS10 Normaplast, Fa. Tecalto AG, 8048 Zürich.
- En los dos racores son colocados tubos de PE, color natural, 12 x 10 mm, Fa. Maagtechnik AG, 8600 Dübendorf con longitud suficiente. Antes del proceso de infusión propiamente dicho son evacuados durante 1 hora, apretándose el tubo en el lado de entrada 24 y aplicándose vacío al lado de salida 25.
- 35 Después del control de la estanqueidad a través del tubo abierto por el lado de entrada 8 es aspirada la resina desde un depósito que contiene de 3 kg de mezcla de resina. La resina debería ser movida ahora durante unos pocos minutos, uniformemente y tan en línea recta como sea posible desde la entrada a la salida. No deben formarse burbujas de aire y la entrada se desconecta antes de que sea aspirado aire a través de la entrada 8.
- Ahora en cuanto a la resina que queda en la caldera hay que controlar a intervalos regulares si se inicia la gelificación por un engrosamiento perceptible. A partir de este instante toda la estructura se mantiene durante otra hora bajo vacío.
- 40
- A continuación la película de VAP es retirada y rasgada lentamente la película Release Ply F por los dos lados de los cuerpos de muestra, teniendo cuidado de que quede adherida la menor cantidad de resina posible sobre la película pelable.
- 45 La resina sobre los cuerpos de muestra es curada por completo durante la noche. Después del curado, los cuerpos de muestra individuales son recortados sobre una sierra para tener una longitud de cantos desde 185 a 190 mm, a fin de eliminar las influencias del borde.
- De forma análoga a antes del ensayo, es determinada la densidad aparente $Rd2$ en kg/m^3 por pesaje y medición precisas mediante un calibre. Además se puede determinar el espesor del cuerpo de muestra tras la absorción de
50 resina.

ES 2 515 745 T3

El cálculo de la cantidad de resina absorbida por m^2 del lado de muestra se calcula ahora como sigue:

$$\text{Absorción de resina [g/m}^2\text{]} = 0,5 \times (\text{Rd2} - \text{Rd1}) [\text{kg/m}^3] \times \text{espesor después de la absorción de resina [mm]}$$

El factor 0,5 refleja de nuevo la referencia exclusivamente al primer lado plano y es necesario, ya que la resina penetra no solo en el primer lado plano, sino también en el segundo lado plano. La influencia del segundo lado plano es eliminada por el factor 0,5.

De las tres determinaciones por elemento estructural se forma el valor medio.

En un perfeccionamiento de la invención está previsto que la absorción de resina del segundo lado plano, paralelo al primer lado plano mencionado antes, presente igualmente los valores de absorción de resina explicados antes. En un perfeccionamiento de la invención está previsto ventajosamente que la energía de pelado específica en el desprendimiento de la capa de cubierta de la capa de núcleo de un cuerpo de prueba de un elemento compuesto de tipo sándwich sea de al menos 100 J/m^2 , preferiblemente más de 200 J/m^2 . La energía de pelado específica se determina preferiblemente como sigue:

Una capa de núcleo de espuma de 20 mm de espesor (elemento estructural) es laminada por ambas caras con una resina reforzada con fibra de vidrio para formar una placa de material compuesto de tipo sándwich. La estructura estándar de las capas de fibra de vidrio es:

- 300 g/m^2 CSM
- 600 g/m^2 de tejido reforzado con fibras de vidrio
- 450 g/m^2 CSM
- núcleo
- 450 g/m^2 CSM
- 600 g/m^2 de tejido reforzado con fibras de vidrio
- 300 g/m^2 CSM

Como resina se utiliza la resina empleada en la aplicación final. De forma estándar puede usarse una resina de poliéster ajustada a un periodo de aplicación de 40 min, preferentemente Crystic 196 MV, Fa. Walter Mäder AG, 8956 Killwangen, Suiza.

De la placa de material compuesto de tipo sándwich son recortadas muestras según la Fig. 11. En cada caso 3 muestras en las que es pelada la disposición de la capa de cubierta superior y tres muestras, en las que es pelada la disposición de la capa de cubierta inferior. Para poder pelar la disposición capa de cubierta, es liberada una parte de 25 mm de largo de la capa de cubierta a medir con dos cortes de sierra perpendiculares y paralelos a la capa de cubierta y dotada de una perforación.

La mitad inferior de la muestra es fijada según la fig. 12 a un dispositivo de sujeción 26 en una máquina de ensayo de tracción. La parte perforada sobresaliente de la capa de cubierta 27 a ser medida es fijada a la célula de carga por medio de un gancho 28 y una cadena 29.

Con una velocidad de ensayo de 100 mm/min es generada una grieta en la capa límite entre la espuma y la capa superior y se propaga a aproximadamente 100 mm de longitud. A continuación, el travesaño es retrocedido a la posición inicial. Asimismo es registrada la fuerza en función del recorrido del travesaño y se obtiene una curva de medida análoga a la figura 13.

A partir de la superficie 32 encerrada por la curva de carga 30 y descarga 31 es determinada la energía de pelado. Esta es dividida por la superficie de la grieta (ancho de la muestra x longitud de la grieta) generada, para obtener la energía de pelado específica deseada. Para determinar la longitud de la grieta, el extremo de la grieta es marcado bajo el microscopio. De los resultados de las 6 muestras en total se extrae la media.

Muy especialmente preferida es una forma de realización del elemento estructural, en la que este, como ya se ha mencionado anteriormente, además del primer lado plano fabricado por corte con elemento caliente, presenta un segundo lado plano dispuesto paralelo al mismo que es fabricado de manera análoga al primer lado plano. Preferiblemente, los valores para la absorción de resina y/o el valor de brillo y/o la resistencia al pelado se sitúan en los intervalos indicados en el perfeccionamiento de la invención en relación con el primer lado plano.

Preferiblemente, la tolerancia de espesor del elemento estructural, es decir, la tolerancia del espesor máximo, medida entre el primer y el segundo lado plano de una placa plano paralela con de 2 a 3 m^2 de área básica es menor de 1,0 mm, preferiblemente menor de 0,5 mm.

Con respecto al diseño estructural del elemento estructural hay diferentes posibilidades. Según una primera forma de realización preferida, el elemento estructural en una vista en planta desde arriba del primer o segundo lado plano presenta exclusivamente costuras de soldadura planas paralelas, cuya extensión superficial se extiende preferiblemente perpendicular a la extensión superficial del primer lado plano. Las costuras de soldadura paralelas actúan entonces como reforzamiento en relación con una carga de compresión del primer lado plano. Un elemento

estructural de este tipo se diferencia del elemento estructural descrito en el documento EP 1 536 944 B2 no solo en cuanto al acabado superficial del primer lado plano, sino también con respecto a la disposición de las costuras de soldadura. Según una forma de realización preferida alternativa, las costuras de soldadura están realizadas y dispuestas tal como se describen y reivindican en el documento EP 1 536 944 B2, es decir se forma una red por las costuras de soldadura que se cruzan (en una vista en planta desde arriba del primer lado plano), las cuales forman una estructura de nervios que actúan como reforzamiento. Esto se refiere a la disposición de las costuras de soldadura en una vista en planta desde arriba del primer lado plano.

Particularmente ventajoso para el uso del elemento estructural como componente de soporte es que el plástico espumado presente predominantemente una estructura de células cerradas, en la preferentemente las células cerradas estén previstas en una proporción porcentual de volumen respecto al volumen del elemento estructural en un intervalo de valores entre el 92 y el 98 %. El porcentaje es determinado restando del 100 % la proporción de células abiertas. Este valor es determinado o definido mediante absorción de agua en vacío de acuerdo con la norma ASTM D 1056 - 07, de modo que el valor de porcentaje de peso que resulta del método descrito en la norma debe ser restado antes del valor de porcentaje de volumen, debiendo ser multiplicando el valor de porcentaje de peso por la densidad del elemento estructural y dividido por la densidad del agua.

Para conseguir una alta resistencia a la compresión del elemento estructural perpendicularmente a su extensión superficial o perpendicularmente al primer lado plano está previsto ventajosamente en un perfeccionamiento de la invención que el primer lado plano esté dispuesto transversal a la dirección de extrusión de los segmentos de cuerpo, es decir transversal a la extensión completa de la estructura del polímero que está orientada en la dirección de extrusión. Preferiblemente, el primer lado plano está dispuesto adicionalmente o alternativamente perpendicular a la extensión superficial de las costuras de soldadura previstas entre los segmentos de cuerpo, de modo que en la vista en planta desde arriba resulta sobre el primer lado plano una estructura de línea de soldadura.

La invención se refiere también a un procedimiento para la fabricación de un elemento estructural descrito anteriormente, realizado de acuerdo con el concepto de la invención, en el que según el procedimiento en primer lugar son fabricados segmentos de cuerpo, preferentemente con forma de placa o barra, por espumado de extrusión de un plástico termoplástico, en particular PET. Estos son después soldados longitudinalmente por la superficie, en particular sin huecos, es decir sin espacios libres, para formar un bloque de material de espuma, en el que la dirección de extrusión se extiende preferiblemente en la dirección de extensión longitudinal de los segmentos de cuerpo. A continuación, el bloque de material de espuma es dividido en elementos estructurales individuales, preferiblemente transversalmente a la extensión superficial de las costuras de soldadura planas formadas entre los segmentos de cuerpo, de modo que son formados así el primero lado plano, y preferiblemente también un segundo lado plano paralelo a él, en los elementos estructurales con una superficie que presenta poros abiertos. Preferiblemente, el elemento estructural fabricado por el procedimiento está hecho exclusivamente de plástico, es decir, está en particular libre de adhesivo.

Según la invención, la división del bloque de material de espuma en los elementos estructurales no se realiza por medio de una sierra, sino por soldadura con elemento caliente, en particular soldadura con hilo caliente, y concretamente de manera que la superficie del primer lado plano y preferiblemente también del segundo lado plano estén parcialmente selladas (manteniendo los poros).

Ha resultado ser crítica para la guía del procedimiento la temperatura del elemento caliente, en particular del alambre caliente, en particular en combinación con la velocidad relativa del elemento caliente respecto al bloque de material de espuma. Buenos resultados con respecto al acabado superficial deseado se alcanzaron con una temperatura del elemento caliente en un intervalo de valores entre 300° C y 700° C, en particular entre 400° C y 700° C, preferiblemente entre 500° C y 700° C, debiendo estar prevista esta temperatura al menos al inicio de un proceso de corte o separación. Preferiblemente, la temperatura se mantiene, al menos aproximadamente, también durante el proceso de corte o separación.

Es esencial además que en combinación con la temperatura mostrada antes, para la separación, la velocidad relativa entre el elemento caliente y el bloque de material de espuma por movimiento del elemento caliente y/o del bloque de material de espuma esté dentro de un intervalo de valores entre 50 mm/min y 150 mm/min.

La temperatura mencionada anteriormente y los valores de velocidad de avance se aplican en particular a un material de bloque de espuma con una densidad (incluyendo burbujas de aire) en un intervalo entre 50 kg/m³ y 250 kg/m³, preferiblemente entre 60 kg/m³ y 150 kg/m³.

Se ha encontrado que la velocidad de avance óptima para alcanzar los valores de brillo deseados depende de la densidad del bloque de material de espuma a ser procesado. Para un bloque de material de espuma con una densidad de 60 kg/m³, la velocidad de avance del elemento caliente es seleccionada preferiblemente en un intervalo de valores entre 100 mm/min y 140 mm/min. Para un bloque de material de espuma con una densidad de 100 kg/m³, la velocidad de avance es elegida preferiblemente en un intervalo de valores entre 65 mm/min y 85 mm/min. Para un bloque de material de espuma con una densidad de 130 kg/m³, la velocidad de avance es elegida preferiblemente en un intervalo de valores entre 50 mm/min y 70 mm/min.

ES 2 515 745 T3

Esto está relacionado a su vez con que la energía de sellado requerida por superficie a ser sellada parcialmente mediante el elemento caliente depende de la densidad del bloque de material de espuma.

Se ha encontrado que para el cálculo de la energía puede ser aplicada la siguiente relación funcional:

$$E = 1/2 \times (U \times I) / (V \times L)$$

- 5 E representa la energía que hay que introducir por superficie de sellado parcial. La energía eléctrica aplicada se calcula como el producto de la tensión eléctrica U aplicada al elemento caliente y la intensidad de corriente I de la corriente que fluye a través del elemento caliente. Este producto es dividido por el producto de la velocidad de avance v del elemento caliente, en particular del hilo caliente, y la longitud L del elemento caliente, medida perpendicularmente a la dirección de avance. La unidad de energía es Wh/m², donde W son vatios, h son horas, y m² son metros cuadrados. El factor ½ tiene en cuenta que por elemento caliente son generadas simultáneamente dos superficies de sellado parcial.

Preferiblemente, la anchura del bloque de espuma, medida en paralelo a la extensión longitudinal del elemento caliente, corresponde a al menos el 60 %, preferiblemente entre el 70 % y 95 %, de la longitud del elemento caliente.

- 15 Se obtienen valores de brillo óptimos de la superficie resultante del lado plano correspondiente si es introducida una energía por superficie de sellado parcial mediante el elemento caliente, en particular el hilo caliente, que se calcula de acuerdo a la siguiente relación lineal funcional:

$$E [\text{Wh/m}^2] = m [\text{Whm/kg}] \times \text{densidad de bloque de material de espuma} [\text{kg/m}^3] + B [\text{Wh/m}^2]$$

- 20 En ella, m es elegido preferiblemente dentro de un intervalo de valores entre +0,12 y + 0,20 Whm/kg, aún más preferiblemente en un intervalo de valores entre + 0,12 y + 0,18 Whm/kg. Al mismo tiempo, b es elegido preferiblemente en un intervalo de valores entre -0,5 y +0,5 Wh/m², aún más preferiblemente entre -0,5 y 0,0 Wh/m².

- 25 Para una densidad de 60 kg/m³ resultan por tanto los siguientes límites preferidos para la energía aplicada preferentemente (energía de sellado) por superficie: de 6,7 Wh/m² a 12,5 Wh/m², en particular de 6,7 Wh/m² a 10,8 Wh/m². Para una densidad del bloque de material de espuma de 100 kg/m³ resultan intervalos de energía preferidos entre 11,5 Wh/m² y 20,5 Wh/m², preferiblemente entre 11,5 Wh/m² y 18,0 Wh/m². Para un material de espuma con una densidad de 130 kg/m³, resultan los siguientes límites preferidos para la energía aplicada entre 15,1 Wh/m² y 26,5 Wh/m², preferiblemente entre 15,1 Wh/m² y 23,4 Wh/m².

- 30 En virtud de la siguiente tabla será evidente que si se no se cumplen las especificaciones preferidas de velocidad de corte y temperatura de corte (véase la columna derecha) resulta una superficie cuyos valores de brillo están fuera del intervalo reivindicado. La resistencia al pelado en caso de ajustes malos no fue medible ya que la adherencia era mínima o inexistente.

		Citado como referencia	Ajuste bueno	Ajuste malo
Densidad del material de Espuma	Kg/m ³	105	105	105
Espesor del alambre	Mm		0,4	0,4
Avance del alambre	mm/min		84	96
Tensión del alambre	V		54	48
Consumo corriente	A		3,45	3
Longitud del alambre	m		1,49	1,49
Número superficies de sellado parcial			2	2
Energía específica por de sellado parcial	Wh/m ²		12,40	8,39
Valor de brillo a 60°		1,7	4,3	28,6
Absorción de resina	g/m ²	1070	320	130
Resistencia al pelado	J/m ²	748	641	No medible

ES 2 515 745 T3

pelado				
Tolerancia espesor	mm	0,4	0,4	5,9

5 Preferiblemente, el bloque de material de espuma es cortado simultáneamente con varios elementos calientes paralelos, en particular alambres calientes, obteniéndose una pluralidad de elementos estructurales. Preferiblemente se emplean más de 30, más preferiblemente más de 40, en particular entre 40 y 100 elementos calientes, en particular alambres calientes.

10 Es especialmente conveniente que la soldadura de unión de los segmentos de cuerpo se realice, por ejemplo por medio de una cuchilla caliente, por fusión superficial de las superficies laterales de los segmentos de cuerpo que se van a unir y posterior unión de las mismas, endureciéndose las zonas de fusión formando costuras de soldadura planas en forma de capas intermedias de plástico con pocos o ningún poro, lo que preferiblemente se lleva a cabo sin aditivos adicionales, tales como resina adhesiva, de manera que el elemento estructural como tal, está compuesto exclusivamente de plástico y concretamente de plástico termoplástico, en particular PET.

Según la invención, es ajustada la temperatura del o de los elemento(s) caliente(s) y al mismo tiempo se elige la velocidad relativa entre el elemento o elementos caliente(s) y el bloque de material de espuma, de modo que se alcance el valor de brillo antes mencionado de un intervalo de valores entre 2 y 10.

15 Ha resultado ser especialmente preferible que el diámetro del hilo caliente, preferentemente cilíndrico, sea elegido con un diámetro en un intervalo de valores de diámetro entre 0,25 mm y 2,0 mm, en particular entre 0,25 mm y 1,00 mm, preferiblemente entre 0,40 mm y 0,80 mm.

20 La invención también se dirige a un elemento compuesto de tipo sándwich, en particular para la fabricación de palas para turbinas eólicas y/o para su empleo en el sector de la marina (en particular para la fabricación de cascos de barcos, cubiertas de barco), en el sector del transporte ferroviario (en particular para la fabricación de frentes de tren, techos, suelos, elementos de pared de vagones de ferrocarril), en el transporte de viajeros por carretera (en particular para la fabricación de techos, suelos y frentes de autobús), para aplicaciones estructurales en la construcción (por ejemplo, cubiertas) y otros, de modo que el elemento compuesto de tipo sándwich comprende además del elemento estructural según la invención al menos una capa de cubierta unida al elemento estructural, en particular dos capas de cubierta que alojan entre sí al elemento estructural, siendo preferido que la al menos una capa de cubierta esté realizada de plástico reforzado con fibra de vidrio.

30 Particularmente adecuada es la invención para la fabricación de elementos compuestos de tipo sándwich en el procedimiento de infusión de resina. Aquí es formado el compuesto de fibras (tela o tejido) incluyendo el material de núcleo en estado seco. Luego se cubre por medio de una lámina de sellado al vacío y se sella por los bordes. Un vacío aplicado a la película finalmente extrae la resina fundida desde un depósito a través de la estructura y de esta forma impregna el material compuesto. El curado o la reacción de la resina tiene lugar típicamente a temperatura ambiente, pero también puede realizarse a temperatura elevada.

35 La invención se refiere pues, en particular, también a un elemento compuesto de tipo sándwich, que fue producido en el procedimiento de infusión de resina, en el que es esencial que la resina, en concreto la resina de laminación, es aspirada mediante vacío en la estructura de capas, siendo especialmente preferido que la resina que une las capas de cubierta al elemento estructural sea al mismo tiempo la resina de las capas de cubierta con la que está impregnada la tela o tejido de las capas de cubierta.

40 Muy particularmente preferido es que los segmentos de cuerpo presenten una forma en sección transversal que posibilite un ensamblaje sin huecos de los segmentos de cuerpo, siendo los segmentos de cuerpo ensamblados entre sí por soldadura, preferiblemente sin huecos.

Otras ventajas, características y detalles de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos, así como con referencia a los dibujos. Estos muestran en:

- Fig. 1, una vista en planta desde arriba de un primer lado plano de un elemento estructural,
- 45 Fig. 2, una vista en sección a través de un elemento estructural perpendicularmente a la extensión superficial del primer lado plano, después de que a este se le ha aplicado resina adhesiva para la determinación de la absorción de resina de acuerdo con el procedimiento descrito en la parte general de la descripción,
- Fig. 3, una vista en sección a través de un elemento estructural según el estado de la técnica anterior por medio de un lado plano producido por serrado, al que fue aplicada resina para la determinación de la absorción de resina,
- 50

- Fig. 4, dos segmentos de cuerpo, que están soldados entre sí a lo largo de la superficie lateral longitudinal,
- Fig. 5, un bloque de material de espuma formado por varios segmentos de cuerpo soldados entre sí, en el que el bloque de material de espuma es dividido en elementos estructurales con un alambre caliente perpendicularmente a la extensión superficial de las costuras de soldadura,
- Fig. 6, un bloque de material de espuma alternativo fabricado a partir de dos o alternativamente varios bloques de material de espuma según la figura 5, que están soldados entre sí, de manera que resultan costuras de soldadura que se cruzan, siendo dividido el bloque de material de espuma en los elementos estructurales con ayuda de alambres calientes,
- Fig. 7, un elemento estructural que resulta de un bloque de material de espuma según la figura 5,
- Fig. 8, un elemento estructural que resulta del bloque de material de espuma según la figura 6,
- Fig. 9, estructura de capas para la medición de la absorción de resina,
- Fig. 10, disposición del cuerpo de muestra para la medición de la absorción de resina,
- Fig. 11, muestra sacada por serrado de una placa de material compuesto de tipo sándwich para la medición de la energía de pelado específica,
- Fig. 12, estructura de ensayo para la determinación de la energía de pelado, en la que la muestra según la Fig. 9 está fijada en un dispositivo de sujeción sobre una máquina de ensayo; y
- Fig. 13, una curva de medida registrada mediante una máquina de ensayo de tracción para determinar la energía de pelado, en la que la fuerza de tracción está representada en función del recorrido del travesaño.

En las figuras, los mismos elementos y los elementos con la misma función están caracterizados con los mismos números de referencia.

En la Fig. 1 se muestra en una vista en planta desde arriba un primer lado plano 1, más precisamente la superficie de un primer lado plano 1 de un elemento estructural 2 hecho de PET espumado. Se puede reconocer una costura de soldadura 3 cuya extensión superficial discurre perpendicular a la extensión superficial del primer lado plano 1 y los dos segmentos de cuerpo 4, 5, que fueron obtenidos mediante espumado por extrusión de PET, están unidos entre sí por la superficie. Se puede reconocer que los segmentos de cuerpo 4, 5 presentan ellos mismos un tipo de estructura de panal que resulta del hecho de que el PET es presionado en el extremo de la extrusora a través de una boquilla perforada y las hebras individuales antes del curado son soldadas entre sí de forma automática por toda la superficie, es decir sin huecos.

La superficie del primer lado plano 1 del elemento estructural 2 tiene un valor de brillo de 4,3.

Se puede reconocer una pluralidad de poros abiertos 6, que fueron generados por el corte del elemento estructural 2 de un bloque de material de espuma por medio de un alambre caliente. En zonas 7 entre los poros 6 está sellada térmicamente la superficie del primer lado plano 1.

En la Fig. 2 se muestra una vista en sección perpendicular a la extensión superficial del primer lado plano 1 a través de un elemento estructural 2. Paralelo al primer lado plano 1 discurre un segundo lado plano, que sin embargo está recortado en la representación según la figura 2. Se puede reconocer aquí también una costura de soldadura 3, que se ve en una zona de baja porosidad (compactada).

Al primer lado plano 1 se aplica resina adhesiva 8 (para determinar la absorción de resina) de acuerdo con el procedimiento explicado en general en la descripción. Se puede reconocer una cierta profundidad de penetración de la resina adhesiva 8, una resina de poliéster, en la estructura de poros a través de los poros abiertos 6. La absorción de resina es de 150 g/m^2 . En comparación con la Fig. 3, en la que se muestra una vista en sección correspondiente a través de un elemento estructural según el estado de la técnica con un primer lado plano producido por serrado, la profundidad de penetración de la resina en el ejemplo de realización según la Fig. 2 es menor y en particular en el ejemplo de realización según la Fig. 2 la resina adhesiva 8 puede penetrar por esencialmente menos poros abiertos existentes en el primer lado plano 1 que en el ejemplo de realización según el estado de la técnica de la fig. 3, lo que conjunto conduce a una absorción de resina significativamente menor del ejemplo de realización de la Fig. 2, con el resultado de una reducción del peso total de un elemento de tipo sándwich fabricado con el elemento estructural 2 según la figura 2.

En la Fig. 4 se muestra una etapa de procedimiento en la fabricación de un elemento estructural. Se pueden reconocer dos segmentos de cuerpo 4, 5 con forma de placa extruidos en una dirección de extrusión E, que presentan a modo de ejemplo una dimensión de espesor de 5 cm, una dimensión de anchura de aproximadamente 1 m y una dimensión de longitud de aproximadamente 2 m. Los segmentos de cuerpo 4, 5 son ensamblados en la

5 dirección de la flecha 9, después de que las superficies laterales opuestas 10, 11 fueran fundidas. Este proceso es realizado con varios de segmentos de cuerpo, de modo que resulta un bloque de material de espuma 12 mostrado a modo de ejemplo en la Fig.5. El bloque de material de espuma 12 de la Fig. 5 consta de cuatro segmentos de cuerpo en total y tiene tres costuras de soldadura paralelas 3. Con un elemento caliente 13, representado únicamente a modo de ejemplo como alambre caliente, el bloque de material de espuma 12 es dividido en elementos estructurales 2 con forma de placa como se muestra en las figuras 7 y 8.

10 Es preferible que la dirección de separación o corte 14 perpendicular a la dirección de extrusión E sea perpendicular a la extensión superficial de las costuras de soldadura 3. La temperatura del elemento caliente 13 en el ejemplo de realización mostrado es de 640° C y la velocidad con la que se mueve el elemento caliente 13 a través del bloque de material de espuma 12, es de 84 mm/min, de modo que resulta un lado plano 1 con la superficie deseada, que presenta poros abiertos y zonas selladas térmicamente de forma parcial. En la cara más alejada del primer lado plano 1, el elemento estructural presenta un segundo lado plano 15 paralelo al primer lado plano 1 que también fue producido por corte con elemento caliente. Preferiblemente, el bloque de material de espuma 12 es separado en varios elementos estructurales simultáneamente con una pluralidad de elementos calientes paralelos 13.

15 En la Fig. 6, dos bloques de material de espuma 12 según la Fig. 5 son ensamblados por soldadura para formar un bloque de material de espuma 12 común y concretamente por soldadura de los lados altos 16 del elemento estructural con forma de paralelepípedo orientados transversalmente a las superficies laterales y transversal al lado plano, de manera que el bloque de material de espuma en la vista en planta desde arriba sobre el primer lado plano presenta costuras de soldadura que se cruzan, de modo que están previstas varias costuras de soldadura paralelas que son intersecadas por al menos una costura de soldadura orientada transversal a ella. En la práctica, puede suceder que las costuras de soldadura paralelas de los bloques de material de espuma soldadas entre sí no estén alineadas perfectamente entre sí, sino que estén dispuestas desplazadas entre sí a modo de escalera. Este desplazamiento también es deseable para aumentar la estabilidad. Si ahora un bloque de material de espuma 12 según la Fig. 6 es dividido en los elementos estructurales 2 de manera similar al bloque de material de espuma 12 de la figura 5 con ayuda de elementos calientes 13, resultan elementos estructurales 2, como se muestra en la fig. 8, en los que se puede reconocer en el primer lado plano 1 costuras de soldadura que se cruzan, cuya extensión superficial discurre en la dirección de extrusión E, es decir perpendicularmente a la extensión superficial del primer lado plano 1 y el segundo lado plano 15 paralelo a él.

30 Un elemento compuesto de tipo sándwich puede ser fabricado fijando preferiblemente por medio de una resina una capa de cubierta, en particular hecha de plástico reforzado con fibra de vidrio, sobre el primer y el otro lado plano 1, 15 de un elemento estructural 2 mostrado a modo de ejemplo en las figuras 7 u 8.

Símbolos de referencia

- 1 Primer lado plano
- 2 Elemento estructural
- 35 3 Costuras de soldadura
- 4 Segmento de cuerpo
- 5 Segmento de cuerpo
- 6 Poros
- 7 Zona sellada térmicamente
- 40 8 Resina adhesiva
- 10 Superficie lateral
- 11 Superficie lateral
- 12 Bloque de material de espuma
- 13 Elemento caliente
- 45 15 Segundo lado plano
- 16 Lados altos
- 17 Placa de vidrio
- 18 Filtro de filamentos continuos de fibras de vidrio

	19	Tejido pelable de poliéster azul
	20	Capa de cuerpo de muestra
	21	Película de VAP
	22	Masilla de sellado al vacío
5	23	Banda espiral de 9 mm
	24	Lado de entrada
	25	Lado de salida
	26	Dispositivo de sujeción
	27	Parte sobresaliente perforada de la capa de cubierta a medir
10	28	Gancho
	29	Cadena
	30	Curva de carga
	31	Curva de descarga
	32	Superficie encerrada
15	E	Dirección de extrusión

REIVINDICACIONES

1. Elemento estructural para su uso como capa de núcleo en un elemento compuesto de tipo sándwich, en el que el elemento estructural (2) está formado por varios segmentos de cuerpo (4, 5) soldados entre sí, hechos de un plástico termoplástico espumado por extrusión, en particular PET, y en el que el elemento estructural (2) presenta un primer lado plano (1) para el pegado a una capa de cubierta, en el que una superficie del primer lado plano (1), a la que puede ser aplicada una resina (8), presenta poros abiertos (6), en el que la superficie del primer lado plano (1) es generada mediante corte con elemento caliente, en particular corte con alambre caliente, de manera que la superficie está sellada térmicamente de forma parcial, caracterizado por que un valor de brillo de la superficie del primer lado plano (1), medido a 60° según la norma DIN 67530-1982, está entre 2 y 10 unidades de brillo.
2. Elemento estructural según la reivindicación 1, caracterizado por que la absorción de resina sobre el primer lado plano (1) es menor de 600 g/m² y/o está entre 100 g/m² y 600 g/m², preferiblemente entre 150 g/m² y 500 g/m².
3. Elemento estructural según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que el valor de brillo de la superficie del primer lado plano (1), medido a 60° según la norma DIN 67530-1982, está entre 2 y 8, preferiblemente entre 3 y 6 unidades de brillo.
4. Elemento estructural según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la energía de pelado específica para el desprendimiento de una capa de cubierta fijada sobre el primer lado plano (1) es de al menos 100 J/m², preferiblemente de al menos 200 J/m².
5. Elemento estructural según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está previsto un segundo lado plano (15) paralelo al primer lado plano (1), cuya superficie presenta poros abiertos (6) y a la que puede ser aplicada una resina (8), en el que la superficie del segundo lado plano (15) es generada por corte con elemento caliente, en particular corte con alambre caliente, de tal modo que esta superficie está sellada térmicamente de forma parcial.
6. Elemento estructural según la reivindicación 5, caracterizado por que la tolerancia de espesor del elemento estructural (2), medida en una placa plano paralela entre el primer y el segundo lado plano (1, 15), es menor de 1 mm, preferiblemente menor de 0,5 mm.
7. Elemento estructural según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que están previstas exclusivamente costuras de soldadura paralelas (3) o costuras de soldadura paralelas (3) y costuras de soldadura (3) que cruzan a las costuras de soldaduras paralelas (3), preferentemente en ángulo recto, las cuales forman una estructura de nervios que actúa como reforzamiento.
8. Elemento estructural según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el plástico espumado se compone principalmente de células cerradas.
9. Elemento estructural según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer lado plano (1) se extiende perpendicularmente a una extensión de la estructura polimérica orientada en la dirección de extrusión y/o perpendicularmente a la extensión superficial de costuras de soldadura (3) previstas entre los segmentos de cuerpo (4,5).
10. Procedimiento para la fabricación de un elemento estructural según una de las reivindicaciones anteriores, con las etapas de:
- Fabricación de segmentos de cuerpo (4, 5), preferiblemente con forma de placa o barra, mediante espumado por extrusión de plástico termoplástico
 - Soldadura superficial longitudinal de los segmentos de cuerpo (4,5) para formar un bloque de material de espuma (12),
 - División del bloque de material de espuma (12) en elementos estructurales individuales (2), preferiblemente perpendiculares a la extensión superficial de las costuras de soldadura (3) planas formadas entre los segmentos de cuerpo (4, 5), y al mismo tiempo generación en cada caso de un primer lado plano (1) en los elementos estructurales (2) con una superficie que presenta poros abiertos, realizándose la división del bloque de material de espuma (12) en los elementos estructurales (3) por corte con elemento caliente, en particular corte con alambre caliente,
- en el que la temperatura del elemento caliente, por lo menos al inicio de un proceso de corte, es ajustada en un intervalo de valores entre 300° C y 700° C, y entre el elemento caliente (13) y el bloque de material de espuma (12), durante la división, es generada una velocidad relativa en un intervalo de valores entre 50 mm/min y 150 mm/min, y de ese modo la superficie del primer lado plano (1) es sellada térmicamente de forma parcial.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que la soldadura entre sí mediante fusión superficial de las superficies laterales (10, 11) de los segmentos de cuerpo (4,5) y la unión posterior de los mismos y el

endurecimiento de las zonas de fusión son realizados con la formación de costuras de soldadura planas (3) en forma de capas intermedias de plástico con pocos poros o sin poros.

5 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por que la temperatura del elemento caliente, por lo menos al inicio de un proceso de corte es ajustada en un intervalo de valores entre 300° C y 700° C, preferiblemente entre 400° C y 700° C.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que mediante el elemento caliente es introducida una energía por superficie a ser parcialmente sellada, que es calculada de acuerdo con la siguiente relación funcional lineal:

$$E [\text{Wh/m}^2] = m [\text{Whm/kg}] \times \text{Densidad del bloque de material de espuma} [\text{Kg/m}^3] + b [\text{Wh/m}^2],$$

10 donde m es elegido en un intervalo de valores entre 1, 2 y 2,0, preferiblemente entre 1, 2 y 1, 8, y b en un intervalo de valores entre -0,5 y +0,5, en particular entre -0,5 y 0,0.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que como elemento caliente (13) es usado un alambre caliente con un diámetro en un intervalo de valores de diámetro entre 0,25 mm y 2,0 mm, en particular entre 0,25 mm y 1,00 mm, preferiblemente entre 0,40 mm y 0,80 mm.

15 15. Elemento compuesto de tipo sándwich, en particular para su uso en la fabricación de palas para turbinas eólicas y/o para aplicaciones en el sector de la marina y/o en el sector de transporte ferroviario y/o el transporte de viajeros por carretera y/o para aplicaciones estructurales en el sector de la construcción, con un elemento estructural (2) según una de las reivindicaciones 1 a 9 como capa de núcleo, en el que sobre el primer lado plano (1) está fijada por medio de una resina adhesiva (8) una capa de cubierta, en particular formada o que comprende plástico reforzado con fibra de vidrio.

20

16. Elemento compuesto de tipo sándwich según la reivindicación 15, caracterizado por que la primera capa de cubierta, preferiblemente también una segunda capa de cubierta, es(son) fijada(s) en el proceso de infusión.

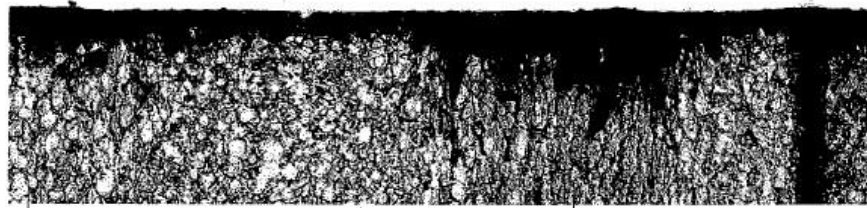
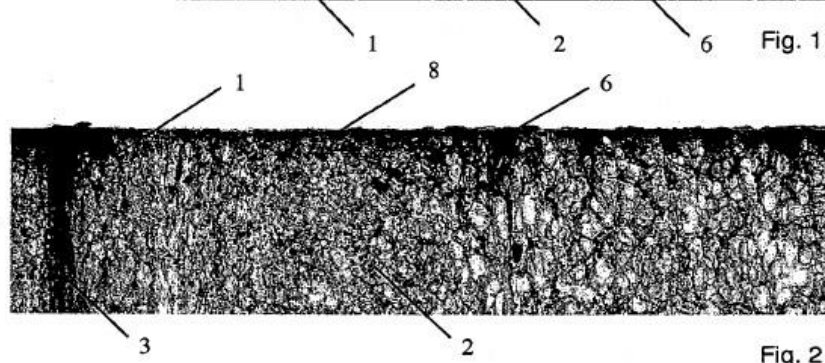
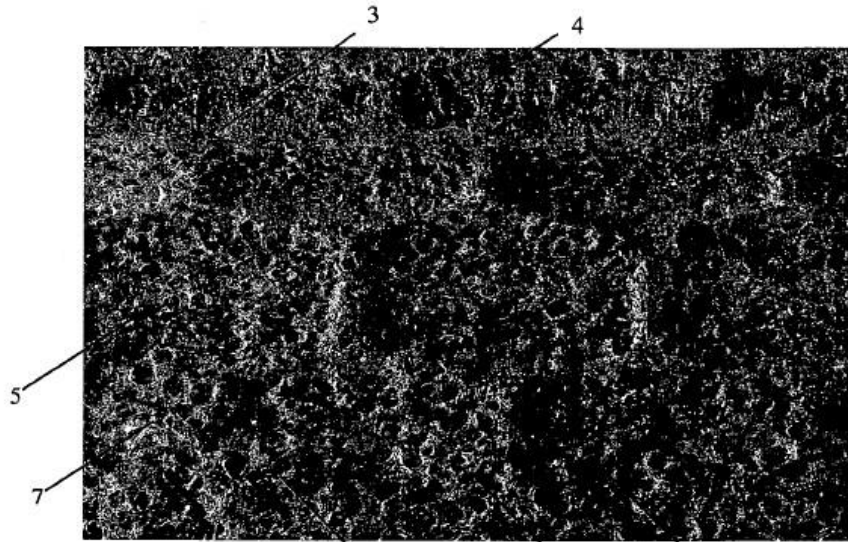


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

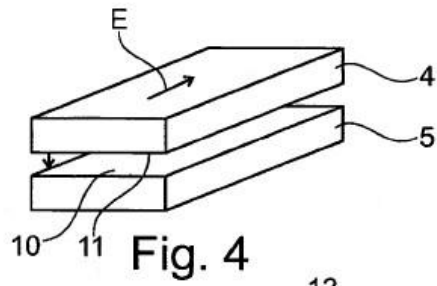


Fig. 4

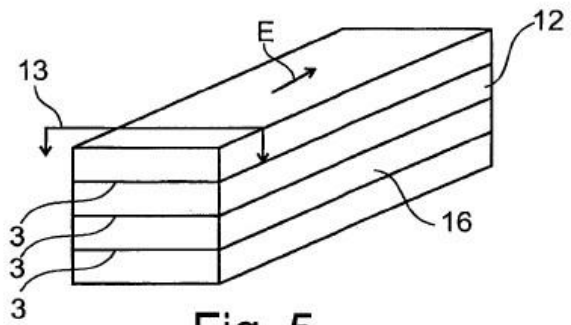


Fig. 5

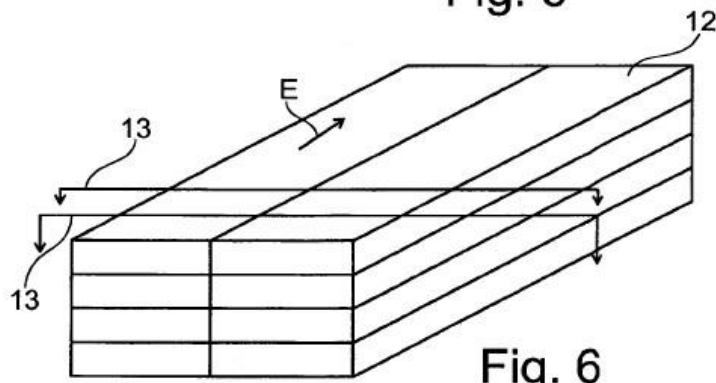


Fig. 6

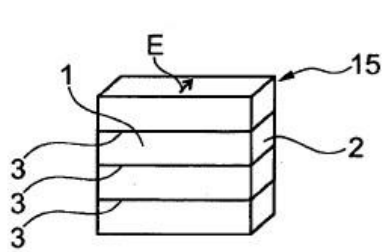


Fig. 7

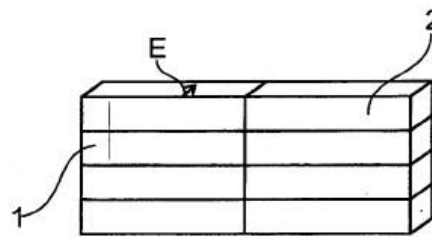


Fig. 8

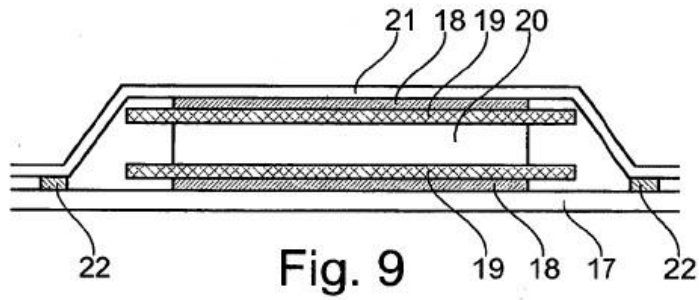


Fig. 9

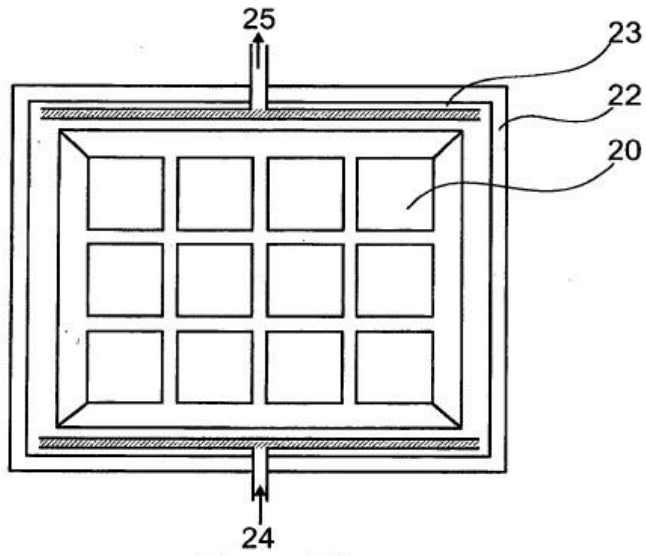
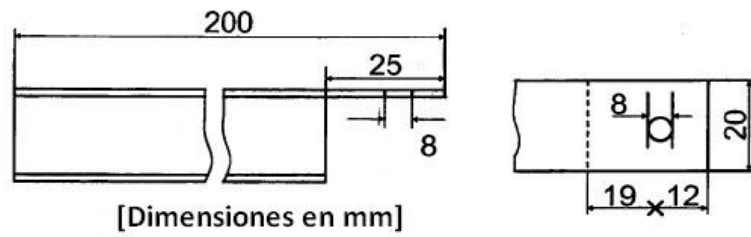


Fig. 10



[Dimensiones en mm]

Fig. 11

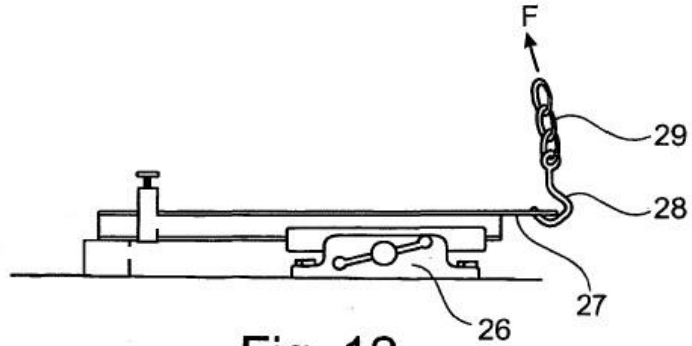


Fig. 12

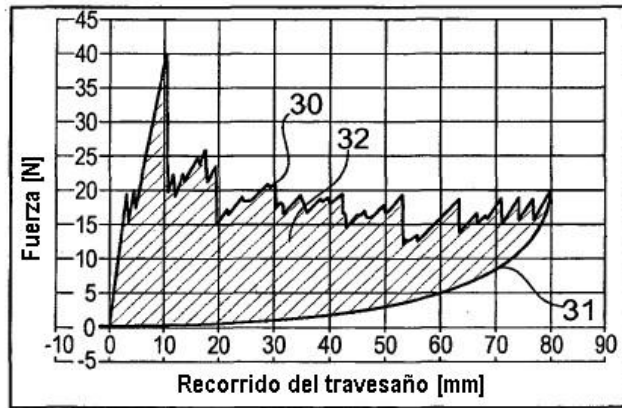


Fig. 13