

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 044**

51 Int. Cl.:

B32B 3/18 (2006.01)

B32B 3/30 (2006.01)

B32B 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2009 E 09776957 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 2307193**

54 Título: **Tablero de plástico espumado**

30 Prioridad:

30.07.2008 EP 08405190

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

05.04.2013

73 Titular/es:

**3A TECHNOLOGY & MANAGEMENT LTD.
(100.0%)
Badische Bahnhofstrasse 16
8212 Neuhausen am Rheinfall, CH**

72 Inventor/es:

**WOLF, THOMAS y
PIEPER, MORITZ**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 400 044 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

Tablero de plástico espumado.

5 La presente invención se refiere a un elemento estructural planar, tal como una porción de un bloque de espuma, estando hecho el bloque de espuma de un material plástico espumado y conteniendo una pluralidad de cuerpos de espuma apilados y/o cuerpos de espuma hechos de segmentos de cuerpo que están dispuestos lado a lado en un plano y conectados uno a otro para formar cuerpos de espuma y que tienen costuras de soldadura en sus caras colindantes, y los cuerpos de espuma están soldados uno a otro en sus caras colindantes con formación de costuras de soldadura planas para formar un bloque de espuma, así como a un método para producir un elemento estructural planar de este tipo y al uso del mismo.

10 Es conocida la utilización de paneles hechos de un material termoplástico espumado como capas de núcleo en materiales compuestos en emparedado o en componentes de material compuesto. Los paneles de material plástico espumado pueden producirse, por ejemplo, por medio de un método de extrusión. La capacidad de carga estructural de capas de núcleo producidas por medio de métodos de extrusión, por ejemplo la resistencia a la compresión de dichas capas en ángulo recto con la dirección de extrusión, no puede satisfacer los requisitos establecidos en todos los casos. Por tanto, es frecuente que los componentes de material compuesto que tienen las capas de núcleo mencionadas no puedan satisfacer todos los requisitos como componentes estructurales para aplicaciones exigentes.

20 Sin embargo, para aplicaciones exigentes, tales como componentes estructurales en el sector del transporte, se requieren materiales compuestos en emparedado que tengan un alto grado de resistencia, en particular resistencia y rigidez a la compresión, y cuyos materiales de núcleo tengan alta resistencia y rigidez a la cizalladura. Para conseguir estas propiedades se utilizan, por ejemplo, capas exteriores más robustas y frecuentemente más gruesas. Esto conduce en general a un aumento no deseado en el peso específico de los materiales compuestos en emparedado. Además, la resistencia a la compresión de materiales compuestos en emparedado de este tipo no puede incrementarse en la medida deseada mediante el uso de capas exteriores más gruesas.

25 Por tanto, es deseable que no sólo las capas exteriores, sino también las capas de núcleo, tengan una resistencia incrementada a la compresión y a la cizalladura, pero sin tener que perder la ventaja de la menor densidad de los cuerpos de espuma.

30 Por un lado, esta medida permitiría la producción de materiales compuestos en emparedado que tengan propiedades mejoradas de resistencia y rigidez sin un incremento notable en el peso específico. Por otro lado, el uso de capas de núcleo que tengan una rigidez y una resistencia incrementadas permitiría también el uso de capas exteriores más delgadas.

Así, se conocen paneles de material plástico espumado que tienen una resistencia mejorada debido a la configuración específica de la capa de núcleo.

35 Por ejemplo, el documento EP 1 536 944 describe elementos estructurales planares hechos de materiales termoplásticos espumados, en donde se producen unos elementos estructurales planos por soldadura a partir de una pluralidad de segmentos de cuerpo y se apilan los elementos estructurales soldando las caras laterales en contacto mutuo para formar bloques. Las costuras de soldadura planas forman una capa intermedia de material plástico, que tiene pocos poros o está exenta de poros, entre los segmentos de cuerpo y los elementos estructurales. Los elementos estructurales, que son separados del bloque transversalmente a las costuras de soldadura, tienen en vista en planta una estructura de alma de refuerzo de tipo reticular que está formada por las costuras de soldadura. Los elementos estructurales pueden formar el núcleo o la capa intermedia de un material compuesto en emparedado, un material compuesto multicapa o un cuerpo moldeado.

45 Durante, por ejemplo, la producción de elementos de material compuesto en emparedado se cubre el núcleo en uno o en ambos lados con capas exteriores y se conectan las capas exteriores al núcleo. Para obtener una conexión no separable de la capa exterior y el núcleo se dispone un adhesivo entre sus superficies orientadas una hacia otra. Si se producen componentes de material compuesto, se coloca un núcleo hecho de un material de núcleo, por ejemplo, en un molde hueco y, en casos individuales, se disponen entre el molde y el núcleo unos materiales de refuerzo tales como, por ejemplo, fibras, por ejemplo en forma de esterillas, géneros de punto, bandas, telas tejidas, etc., hechos de vidrio, carbono, polímeros, fibras naturales, etc. El espacio dispuesto entre el núcleo y el molde se llena con una resina, tal como una resina de poliéster, una resina epoxi, una resina de éster vinílico, etc., formando la resina y opcionalmente el material de refuerzo la capa exterior que rodea completa o parcialmente al núcleo. En particular, para formar la capa exterior se colocan el núcleo y, en casos individuales, los materiales de refuerzo en un molde hueco que puede ponerse bajo vacío, se aplica un vacío y se inyecta la resina en el mismo. Para, por un lado, mantener bajo el peso total del componente de material compuesto y, por otro lado, obtener una alta estabilidad del componente de material compuesto se han de usar las cantidades de resina de una manera controlada. Es ventajoso que el tamaño del intersticio entre el molde hueco y el núcleo y, por tanto, el espesor de la capa exterior se mantengan lo más pequeños que sea posible. Los tamaños pequeños del intersticio hacen a su vez

más difícil la distribución de la resina, particularmente en el caso de componentes de material compuesto de área grande, durante el proceso de inyección.

5 El objeto de la presente invención es proponer un elemento estructural planar, preferiblemente en forma de panel, que sea adecuado como material de núcleo y para capas de núcleo, así como para producir núcleos de elementos de material compuesto en emparedado o componentes de material compuesto. El elemento estructural planar está destinado a contener una espuma que tiene una estructura de celdas cerradas y, no obstante, ha de permitir una distribución favorable de la resina como núcleo en el molde hueco. El objeto comprende también un método económico para producir el elemento estructural planar mencionado. El elemento estructural planar deberá ser también de naturaleza no mixta hasta donde sea posible.

10 El objeto se consigue según la invención debido a que las costuras de soldadura están interrumpidas por rebajos a cierta distancia uno de otro.

Las costuras de soldadura están preferiblemente interrumpidas entre los materiales de espuma por rebajos a cierta distancia uno de otro.

15 El elemento estructural planar está hecho preferiblemente por completo de material plástico. Los cuerpos de plástico son, por ejemplo, cuerpos moldeados en forma de panel producidos en una pieza por medio de un método de espumado por extrusión o producidos a partir de una pluralidad de segmentos de cuerpo espumados por extrusión y soldados uno a otro, con formación de costuras de soldadura planas. Los cuerpos de espuma pueden apilarse y soldarse uno a otro en las caras en contacto o en sus caras laterales mutuamente colindantes, con formación de costuras de soldadura planas. Las costuras de soldadura planas entre los cuerpos de espuma forman una capa intermedia de material plástico, que tiene pocos poros o está exenta de poros, en forma de una estructura de alma en vista en planta que tiene un efecto de refuerzo. Las costuras de soldadura planas entre los segmentos de cuerpo y los cuerpos de espuma forman una capa intermedia de material plástico, que tiene pocos poros o está exenta de poros, en forma de una estructura de alma o de red en planta que tiene un efecto de refuerzo.

20 El elemento estructural planar tiene, por ejemplo, forma de panel, y está formado preferiblemente como un elemento de panel, en particular como un elemento de panel cuboidal y en casos individuales como un cuerpo moldeado que tiene una configuración exterior irregular.

Los cuerpos de espuma o los segmentos de cuerpo en el elemento estructural planar pueden producirse por medio de extrusión y las caras de las costuras de soldadura y los rebajos están situados particularmente en la dirección de extrusión de los cuerpos de espuma.

30 El elemento estructural planar según la invención consiste convenientemente en materiales termoplásticos o contiene estos materiales. Los materiales termoplásticos son preferiblemente poliestireno (PS), copolímeros de injerto de acrilonitrilo/butadieno/estireno (ABS), polietileno (PE), polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC), policarbonato (PC) y, en particular, politereftalato de etileno (PET), politereftalato de butileno, polifeniléneter (PPE) o polimezclas de los mismos, tales como una polimezcla de poli(feniléneter)-poliestireno (PPE+PS), polieterimidias o copolímeros de estireno/acrilonitrilo (SAN).

35 El elemento estructural según la invención es preferiblemente de naturaleza no mixta, es decir que consiste preferiblemente en un solo material plástico. La naturaleza no mixta puede ser ventajosa durante el reciclaje. Dado que las costuras de soldadura se forman a base del respectivo material plástico, se puede evitar una aplicación de adhesivos, en particular adhesivos de una naturaleza química diferente de la del material plástico espumado, para conectar los segmentos de cuerpo y los cuerpos de espuma.

40 El peso específico de un elemento estructural según la invención es, por ejemplo, superior a 20 kg/m^3 , preferiblemente superior a 40 kg/m^3 y, en particular, superior a 50 kg/m^3 y, por ejemplo, inferior a 500 kg/m^3 y preferiblemente inferior a 350 kg/m^3 . Los pesos específicos de los elementos estructurales según la invención están preferiblemente entre 50 kg/m^3 y 320 kg/m^3 . El tamaño de poros de las espumas está, por ejemplo, en el intervalo de 100 a $1000 \mu\text{m}$. Las espumas son, en particular, espumas de celdas cerradas, es decir que tienen predominante o exclusivamente poros cerrados. La naturaleza de celdas abiertas según ASTM D1056 puede ser, por ejemplo, inferior a 10% y en particular inferior a 4%.

45 Las costuras de soldadura se forman preferiblemente por material termoplástico fundido y, después del proceso de unión, reendurecido de los segmentos de cuerpo o de los cuerpos de espuma. En este contexto, los segmentos de cuerpo o los cuerpos de espuma, particularmente en las caras laterales unidas, tienen zonas planas de fusión y reendurecimiento.

50 En el elemento estructural planar el espesor de las costuras de soldadura y/o el espesor de pared de los rebajos se establecen ventajosamente de tal manera que la estructura de alma o la estructura reticular de las costuras de soldadura y/o las paredes de los rebajos mejore la resistencia del elemento estructural, por ejemplo con respecto a presiones superficiales, al esfuerzo de cizalladura y de flexión y al alargamiento a rotura bajo esfuerzo de

5 cizalladura. Esto significa que las costuras de soldadura no son solamente puntos de unión entre dos segmentos de cuerpo, sino que al mismo tiempo pueden ser también almas de refuerzo o fortalecimiento entre dos segmentos de cuerpo hechos de espuma. Además, las costuras de soldadura producen también un refuerzo del elemento estructural planar con respecto a un esfuerzo de cizalladura y flexión y a un alargamiento mejorado a la rotura bajo esfuerzo de cizalladura. Por tanto, la resistencia o espesor de las costuras de soldadura se configura no sólo con respecto al criterio de una costura de conexión estable, sino también con respecto al criterio de una estructura efectiva de refuerzo o fortalecimiento.

10 Por tanto, el espesor de la zona de fusión y reendurecimiento de las caras de pared laterales que forman las costuras de soldadura se selecciona de tal manera que el elemento estructural planar tenga en particular una alta resistencia a la compresión con respecto a presiones superficiales y a un alargamiento incrementado a la rotura bajo esfuerzo de cizalladura.

Los segmentos de cuerpo o los cuerpos de espuma se unen uno a otro y se sueldan preferiblemente sin dejar intersticios, es decir, sin formación de cavidades. Por tanto, los segmentos de cuerpo tienen preferiblemente una sección transversal moldeada que permite una unión mutua, libre de intersticios, de los segmentos de cuerpo.

15 Los segmentos de cuerpo o los cuerpos de espuma pueden también unirse uno a otro o encolarse uno con otro en una realización no sometida a esfuerzos utilizando un adhesivo para formar un elemento estructural planar.

20 En los elementos estructurales planares los segmentos de cuerpo individuales y los cuerpos de espuma individuales, en la vista en planta del elemento estructural planar, pueden tener una configuración poligonal, convenientemente una configuración octogonal, hexagonal o triangular, preferiblemente una configuración cuadrangular y, en particular, una configuración rectangular o cuadrada. En otras palabras, los segmentos de cuerpo o los cuerpos de espuma, en una vista en planta de un elemento estructural, pueden tener, por ejemplo, un contorno cuadrado, rectangular, hexagonal o triangular que delimite las llamadas caras exteriores de los segmentos de cuerpo o de los cuerpos de espuma.

25 El tamaño de los segmentos de cuerpo y los cuerpos de espuma puede variar dependiendo de la rigidez o la resistencia a la compresión del elemento estructural que se desea obtener.

Dado que cada una de las geometrías y tamaños antes mencionados de los segmentos de cuerpo y de los cuerpos de espuma conduce a elementos estructurales planares que tienen propiedades diferentes, la geometría y el tamaño de los segmentos de cuerpo se determinan primordialmente sobre la base los requisitos específicos del elemento estructural.

30 Los segmentos de cuerpo están presentes, por ejemplo, en forma de cubos o cuboides, particularmente en forma de cuerdas que tienen una sección transversal cuadrada o cuboidal. Los segmentos de cuerpo en forma de cuerdas que tienen una sección transversal cuadrada o cuboidal pueden disponerse, por ejemplo, tendidos lado a lado en una capa y soldarse de plano, formando las conexiones de soldadura longitudinalmente configuradas una estructura de alma y formándose los cuerpos de espuma de esta manera. Los cuerpos de espuma pueden disponerse apilados y soldados de plano uno a otro, formando la conexión de soldadura transversalmente tendida una estructura de alma. Se forma por medio de soldadura un bloque de espuma que tiene conexiones de soldadura de forma de alma, por ejemplo que tiene una estructura reticular con costuras de soldadura que se cruzan una a otra. Si los segmentos de cuerpo se disponen decalados uno con respecto a otro en dos cuerpos de espuma situados uno encima de otro, las conexiones de soldadura forman costuras de soldadura transversales continuas y costuras de soldadura longitudinales continuas que están decaladas una con respecto a otro a la manera de una pared de ladrillos.

45 Los segmentos de cuerpo que están presentes en una configuración cuboidal pueden tener, por ejemplo (en una vista en planta del elemento estructural), una sección transversal cuadrada o lateral con una longitud de lado (x) de 20 a 40 mm, preferiblemente de 30 a 300 mm, en particular de 50 a 150 mm, y una anchura (y) de 20 a 2000 mm, preferiblemente de 30 a 1000 mm, en particular de 50 a 800 mm. Un cuerpo de espuma rectangular puede producirse, por ejemplo, a base de dos o más segmentos de cuerpo. Dado que la soldadura puede continuarse en ambas direcciones hasta donde en sí se desee, se pueden producir bloques de espuma de casi cualquier anchura. Una longitud de borde lateral en la dirección x de 20 a 400 mm y en la dirección y de 40 a 2000 mm parece ser razonable (en una vista en planta de los elementos estructurales; véase también la figura 1). La altura h está en la dirección de extrusión. Por consiguiente, la altura no es crítica, ya que la extrusión es generalmente un proceso continuo. Los segmentos de cuerpo extruidos o, en casos individuales, los cuerpos de espuma directamente extruidos se cortan generalmente a una longitud de 30 mm a 2000 mm, convenientemente de 100 a 1800 mm y en particular de 400 a 1200 mm. Así, se producen bloques de espuma que tienen longitudes de borde de, por ejemplo, hasta 2000 mm.

55 Los segmentos de cuerpo individuales pueden tener además, en una vista en planta de un elemento estructural planar, un contorno o porciones de contorno curvados, por ejemplo cóncavos o convexos. Los segmentos de cuerpo pueden configurarse también a la manera de un ladrillo de material compuesto, es decir que los segmentos de cuerpo se forman de tal manera que los segmentos de cuerpo individuales estén rígidamente unidos uno a otro. Los

segmentos de cuerpo de un elemento estructural según la invención son también preferiblemente congruentes uno con otro. Las caras laterales de los segmentos de cuerpo son, además, preferiblemente perpendiculares a las caras exteriores en el caso de elementos estructurales de forma de panel.

5 Los cuerpos de espuma formados con los segmentos de cuerpo que se sueldan uno a otro pueden apilarse y las caras laterales en contacto de estos cuerpos de espuma pueden soldarse de plano una a otra. Se forma así un bloque de espuma según una primera realización. Conforme a una segunda realización, los cuerpos de espuma pueden producirse también como tales en una pieza y directamente, por ejemplo mediante espumado por extrusión. No hay entonces costuras de soldadura en toda la longitud del cuerpo de espuma. Los cuerpos de espuma pueden apilarse y las caras laterales en contacto de estos cuerpos de espuma pueden soldarse de plano una a otra. Se forma también aquí un bloque de espuma. Es posible también apilar alternativamente los dos tipos de cuerpos de espuma en la forma deseada y soldarlos formando bloques de espuma.

15 En el elemento estructural de forma planar los cuerpos de espuma o los segmentos de cuerpo que se producen por medio del método de extrusión y las caras de costura de soldadura pueden disponerse en la dirección de extrusión de los cuerpos de espuma, y los rebajos pueden situarse formando un ángulo de 0° o mayor y convenientemente de 0 a 90° con la dirección de extrusión. El ángulo puede ser, por ejemplo, de 0° a 90° con respecto a un eje que se extiende paralelamente al lado longitudinal y en la dirección de extrusión del cuerpo de espuma o de un segmento de cuerpo. Si los rebajos no están dispuestos en la dirección de extrusión y paralelamente al lado longitudinal, los rebajos se disponen convenientemente bajo un ángulo de alrededor de 1° a 60°, preferiblemente de 15° a 60°, en particular de 30° a 45° y muy en particular preferiblemente de 45°.

20 La invención se refiere también a un método para producir un elemento estructural planar que contiene una pluralidad de segmentos de cuerpo hechos de un material plástico espumado dispuestos lado a lado en un plano y conectados uno a otro.

25 El método según la invención para producir un elemento estructural planar (10) que contiene una pluralidad de cuerpos de espuma apilados (7) y/o cuerpos de espuma (7) hechos de segmentos de cuerpo (11) que están dispuestos lado a lado en un plano y conectados uno a otro, hechos de un material plástico espumado, estando el elemento estructural (10) hecho completamente de material plástico y estando los segmentos de cuerpo (11) soldados uno a otro en sus caras colindantes, con formación de costuras de soldadura planas (12, 13), se implementa con los pasos siguientes:

- 30 a. producción de cuerpos de espuma (7) de celdas cerradas por un proceso de extrusión y espumado o producción de segmentos de cuerpo (11) por un proceso de extrusión y espumado, seguido por una soldadura mutua de los lados longitudinales de los segmentos de cuerpo (11) por una fusión parcial plana de las caras laterales (8) de los segmentos de cuerpo (11) a conectar y por una unión y reendurecimiento subsiguientes para formar cuerpos de espuma (7), con formación de costuras de soldadura planas (32), estando presentes las costuras de soldadura planas (32) como capas intermedias de material plástico que tienen pocos poros o están exentas de poros;
- 35 b. soldadura mutua de las caras longitudinales de los cuerpos de espuma (7) por una fusión parcial plana de los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7) a conectar y por una unión y reendurecimiento subsiguientes para formar un bloque de espuma (5), con formación de costuras de soldadura planas (33), estando presentes las costuras de soldadura planas (33) como capas intermedias de material plástico que tienen pocos poros o están exentas de poros;
- 40 c. división del bloque de espuma (5) en elementos estructurales planares individuales (30), en particular paneles de espuma, transversalmente a la dirección longitudinal de los cuerpos de espuma (7),

45 en donde las costuras de soldadura planas (32, 33) forman, en una vista en planta del elemento estructural planar (30), una estructura de alma o de red que tiene un efecto de refuerzo. La dirección de extrusión se designa, en particular, como la dirección longitudinal.

50 Los cuerpos de espuma (7) o los segmentos de cuerpo (11) se producen preferiblemente por medio de un proceso de extrusión. Los cuerpos de espuma o los segmentos de cuerpo tienen preferiblemente una orientación del material estirado en la dirección de extrusión. En este caso, particularmente las cadenas de polímero han sufrido un estirado en la dirección de extrusión debido a la extrusión. El estirado del material produce una mejora de las propiedades mecánicas, particularmente de la resistencia a la compresión, en la dirección de estirado.

Los cuerpos de espuma o los segmentos de cuerpo tienen también preferiblemente una estructura de celdas o una disposición de celdas que está orientada en la dirección de extrusión. Las estructuras de celdas orientadas del cuerpo de espuma contribuyen aquí a aumentar la resistencia a la compresión del elemento estructural.

55 En una posible configuración de la invención los segmentos de cuerpo de forma de varilla o de pilar o los cuerpos de espuma pueden obtenerse a partir de un bloque de espuma prefabricado, es decir que pueden cortarse o aserrarse en éste. El bloque de espuma mencionado se produce preferiblemente en este caso por medio de un método de

extrusión.

Según una variante de realización específica de la invención, la producción de los cuerpos de espuma o los segmentos de cuerpo tiene lugar por medio de métodos de extrusión. Los segmentos de cuerpo pueden ser, por ejemplo, cuerdas de material plástico expandido. Las cuerdas resultantes pueden combinarse para formar cuerpos de espuma o segmentos de cuerpo. Las cuerdas pueden combinarse directamente después de salir del molde de extrusión por efecto de la expansión de las cuerdas individuales. En este caso, se establece contacto entre las respectivas cuerdas adyacentes y tiene lugar un crecimiento conjunto o una adherencia o soldadura de las mismas, con formación del segmento de cuerpo o, en casos individuales, del cuerpo de espuma. El respectivo cuerpo está así presente en forma de un paquete cerrado de cuerdas.

Las cuerdas son de preferencia sustancialmente paralelas una a otra y están dispuestas en la dirección longitudinal, es decir, en la dirección de extrusión del segmento de cuerpo o del cuerpo de espuma. El método de producción puede ser tal que las cuerdas individuales en el segmento de cuerpo o en el cuerpo de espuma sigan siendo visibles o bien se combinen o se fundan o suelden para formar una sola estructura en la que las cuerdas individuales solamente se insinúan o ya no son reconocibles en absoluto. Las cuerdas están de preferencia densamente empaquetadas de tal manera que las cuerdas individuales se apoyen una en otra, contactando en toda el área, sin formación de espacios de separación.

Las cuerdas se producen convenientemente con un útil de extrusión que, por ejemplo, está presente como una placa de moldeo, conteniendo el útil de extrusión una pluralidad de aberturas adyacentes a través de las cuales se extruye el polímero en forma de cuerdas. Dichas aberturas pueden tener una sección transversal poligonal, tal como una sección transversal rectangular, cuadrada o hexagonal. Las cuerdas espumadas pueden tener una longitud de borde de, por ejemplo, 3 a 50 mm, en particular 4 a 20 mm.

Un útil de moldeo adicional que refleje el contorno exterior del segmento de cuerpo que ha de producirse o del cuerpo de espuma puede conectarse aguas abajo del molde de extrusión para producir las cuerdas, siendo guiado el paquete de cuerdas hacia dicho útil de moldeo después de salir del molde de extrusión, de modo que el segmento de cuerpo o el cuerpo de espuma adopta la forma de la sección transversal del útil de moldeo. El método de producción anteriormente descrito puede utilizarse para producir segmentos de cuerpo que ya tienen la forma y el tamaño de sección transversal deseados. Para producir directamente cuerpos de espuma, el molde de extrusión puede ser un útil de moldeo que refleje el contorno exterior del cuerpo de espuma que se ha de producir.

Además, usando los métodos de producción anteriormente descritos se pueden producir cuerpos de espuma que tengan un tamaño de sección transversal que sea mayor que la sección transversal de los cuerpos de espuma requeridos, de modo que en pasos de procesamiento subsiguientes se puede cortar a medida el cuerpo de espuma extruido para obtener segmentos de cuerpo o cuerpos de espuma de forma de varilla o de pilar.

En una realización preferida de los cuerpos de espuma o los segmentos de cuerpo que se producen de acuerdo con el método anterior, la orientación de las cuerdas individuales de los segmentos de cuerpo o los cuerpos de espuma es sustancialmente perpendicular a las caras exteriores de los elementos estructurales planos formados a partir de segmentos de cuerpo. En este caso, la resistencia a la compresión causada por la orientación de las cuerdas en la dirección longitudinal de las cuerdas, es decir, en la dirección de extrusión, es preferiblemente mayor que en otras direcciones.

Los segmentos de cuerpo y los cuerpos de espuma pueden producirse por extrusión y espumado utilizando agentes espumantes físicos o químicos. En una realización preferida los cuerpos de espuma, en particular segmentos de cuerpo o cuerpos de espuma producidos por un método de extrusión, se espuman físicamente por medio de un agente espumante gaseoso, tal como CO₂. El agente espumante puede ser suministrado aquí directamente al dispositivo de extrusión. En el elemento estructural planar los segmentos de cuerpo y los cuerpos de espuma tienen un estirado de la estructura polímera orientado en la dirección de extrusión.

En una realización preferida de la invención los cuerpos de espuma extruidos se sueldan en el lado longitudinal, es decir, a lo largo de sus lados longitudinales en contacto, para formar bloques de material plástico. En estos bloques de material plástico se cortan luego elementos estructurales planares, particularmente en forma de panel, en sentido transversal o perpendicular a los lados longitudinales de los cuerpos de espuma.

El corte de los elementos estructurales planares en los bloques de material plástico puede tener lugar por medio de un procedimiento mecánico, tal como aserrado, o por medio de un proceso físico, tal como un proceso de corte térmico.

La conexión de soldadura tiene lugar preferiblemente por medio de una fusión parcial plana de las caras laterales de los segmentos de cuerpo a conectar y una unión subsiguiente de los mismos y un endurecimiento de las zonas de fusión.

En una variante de realización preferida se disponen medios para controlar el proceso de fusión parcial durante la

soldadura, cuyos medios permiten la producción de costuras de soldadura de un espesor o intervalo de espesor específicos, seleccionándose el intervalo de espesor en casos individuales de tal manera que la estructura de alma de las costuras de soldadura ejerza un efecto de refuerzo sobre el elemento estructural planar.

5 El proceso de soldadura es convenientemente una soldadura termoplástica. La conexión de soldadura puede producirse por medio de soldadura por contacto. Un método de soldadura de material plástico que puede aplicarse es una soldadura por elemento calefactor. El proceso de soldadura puede tener lugar con o sin materiales adicionales. Otro método de soldadura es una soldadura por radiación, siendo posible calentar las superficies a soldar por radiación, por ejemplo sin contacto.

10 Los elementos estructurales planares pueden producirse según la invención, por ejemplo, haciendo que los cuerpos de espuma (7) sean fundidos parcialmente por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie estructurada, con producción de indentaciones de forma de surco en el cuerpo de espuma (7) o bien fundiendo parcialmente cuerpos de espuma (7) estructurados con indentaciones de forma de surco por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie no estructurada, o fundiendo primero parcialmente cuerpos de espuma no estructurados (7) por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie no estructurada y luego por
15 medio de una matriz que proporciona una estructura, y uniendo las caras laterales parcialmente fundidas de los cuerpos de espuma (7), con formación de rebajos (45) en la costura de soldadura (33).

El método puede realizarse en particular de tal manera que, en cada caso, los lados longitudinales (43, 44) de dos cuerpos de espuma (7, 7') que se extienden en la dirección de extrusión sean calentados en una lama calentadora (40), que en particular es un panel que tiene dos caras laterales calentadas (41, 42), hasta que las superficies respectivamente calentadas del lado longitudinal (43, 44) de los cuerpos de espuma (7, 7') se reblandezcan o se fundan parcialmente. De acuerdo con el suministro de calor, el material termoplástico espumado se reblandece o se funde hasta un grado tal que se colapsen las celdas situadas en la superficie y se forme una delgada piel de material fundido. Una o ambas caras laterales de la lama calentadora (40) están estructuradas (46, 47, 48). La estructura (46, 47, 48) se estampa a la manera de una matriz en el material termoplástico. Los cuerpos de espuma tratados (7, 7')
25 son distanciados de la lama calentadora (40) y luego se retira dicha lama calentadora (40). Las dos superficies calentadas y, en casos individuales, estructuradas de los cuerpos de espuma (7, 7') son puestas en contacto una con otra en el estado calentado y, en casos individuales, mediante carga de presión, soldándose las superficies en contacto (43, 44) una a otra y endureciéndose por enfriamiento del material plástico.

30 La superficie de la lama calentadora puede revestirse o tratarse, completa o parcialmente, hasta obtener una fuerza adhesiva que sea lo más pequeña posible. Esto puede ser un revestimiento de Teflon o un revestimiento de cromo o bien la superficie puede ser una superficie de cromo o aluminio tratada por pulido o lustrado, etc.

En otra realización del método para producir un elemento estructural planar según la presente invención la fusión parcial de los lados longitudinales de los cuerpos de espuma puede tener lugar por medio de una lama calentadora que tenga superficies no estructuradas o la fusión parcial puede tener lugar con una superficie estructurada en uno o
35 ambos lados sobresaliente a la manera de un peine, es decir, desde la superficie de la lama calentadora, tal como una superficie estructurada con varillas perfiladas, con producción de las indentaciones de forma de surco en el cuerpo de espuma. En una o ambas superficies de lamas calentadoras de este tipo, en una o bien en ambas superficies, puede dejarse adicionalmente una pluralidad de indentaciones alargadas, por ejemplo en forma de surcos, canales o muescas.

40 Una o ambas superficies efectivas de la lama calentadora pueden tener indentaciones alargadas en forma de, por ejemplo, surcos canales o muescas. Las indentaciones alargadas se extienden ventajosamente en una secuencia regular sobre la totalidad o un área parcial de la superficie efectiva de la lama calentadora. Las indentaciones alargadas pueden ser, por ejemplo, un patrón de una secuencia de indentaciones alargadas paralelas dispuesta sobre la superficie efectiva de la lama calentadora, por ejemplo extendiéndose en paralelo, oblicua o diagonalmente
45 con respecto a un borde lateral, o bien una secuencia de indentaciones alargadas dispuestas oblicua o diagonalmente o cruzándose una con otra. Las indentaciones alargadas en la superficie de la lama calentadora son indentaciones que, por ejemplo, tienen una profundidad de 1,0 a 10,0 mm, preferiblemente de 3,0 a 6,0 mm, y una anchura de 1 a 100 mm, preferiblemente de 10 a 30 mm, y que pueden estar dispuestas a una distancia mutua de, por ejemplo, 10 a 100 mm, preferiblemente de 20 a 40 mm.

50 En una realización del método la lama calentadora puede estar estructurada en una o ambas superficies. La estructura puede estar formada por una pluralidad de varillas perfiladas dispuestas en paralelo a cierta distancia una de otra. Las varillas perfiladas se extienden ventajosamente sobre toda la anchura de la lama calentadora y, por ejemplo, están distribuidas sobre toda la anchura de una o ambas superficies, preferiblemente a distancias idénticas sobre la superficie. En el caso de varillas perfiladas en las dos superficies, éstas pueden estar situadas en
55 posiciones exactamente opuestas una a otra o pueden estar decaladas una con respecto a otra.

Si las varillas perfiladas están exactamente opuestas en las dos superficies de la lama calentadora, la estructura de ésta se estampa en el material termoplástico de los respectivos cuerpos de espuma. Cuando se sueldan dos superficies estructuradas de los cuerpos de espuma, las estructuras estampadas se oponen una a otra a la manera

de una simetría especular y forman un solo rebajo grande. Si las varillas perfiladas se oponen una a otra alternativamente en las dos superficies de la lama calentadora, la estructura de ésta se estampa en el material termoplástico de los respectivos cuerpos de espuma. Cuando se sueldan las dos superficies estructuradas de los cuerpos de espuma, las superficies estampadas se oponen una a otra alternativamente y, con relación a la realización anteriormente descrita, forman un número doble de rebajos pequeños. La estructura está dispuesta en la lama calentadora de tal manera que los rebajos que se están produciendo en el cuerpo de espuma se extiendan en la misma dirección de extrusión.

La estructura en uno o ambos lados de la lama calentadora puede ser también un patrón de varillas perfiladas dispuestas extendiéndose oblicua o diagonalmente en paralelo sobre la superficie de la lama calentadora o de varillas perfiladas dispuestas oblicua o diagonalmente cruzándose una a otra. En el caso de varillas perfiladas en las dos superficies, éstas pueden oponerse exactamente una a otra o pueden estar decaladas una con respecto a otra. Con varillas perfiladas entrecruzadas, las varillas perfiladas forman como estructura, por ejemplo, un patrón de celosía o barquillo o una estructura de rejilla en una o ambas superficies de la lama calentadora (40). Las varillas perfiladas entrecruzadas forman, por ejemplo, una estructura de celosía o barquillo o una estructura de rejilla. Las varillas perfiladas que se extienden oblicua o diagonalmente pueden extenderse bajo cualquier ángulo, en particular de 0° a 90°, con respecto a un borde lateral de la lama calentadora y las varillas perfiladas están dispuestas, por ejemplo, bajo un ángulo de alrededor de 1° a 60°, convenientemente de 15° a 60°, en particular de 30° a 45° y muy en particular preferiblemente de 45°. Por consiguiente, debido a las varillas perfiladas entrecruzadas se proporcionan rebajos entrecruzados en, por ejemplo, un patrón de celosía o barquillo o en una estructura de rejilla entre los cuerpos de espuma. Los rebajos producidos por las varillas perfiladas que se extienden oblicua o diagonalmente en el cuerpo de espuma pueden estar dispuestos bajo cualquier ángulo, es decir, de 0° a 90°, con respecto a un eje paralelo al lado longitudinal y en la dirección extrusión del cuerpo de espuma. En otras palabras, los rebajos puede estar dispuestos, por ejemplo, bajo un ángulo de alrededor de 1° a 60°, convenientemente de 15° a 60°, en particular de 30° a 45° y muy en particular preferiblemente de 45°. Es posible también aplicar al cuerpo de espuma rebajos que se extiendan en el eje paralelo al lado longitudinal (0°) y rebajos adicionales que se extiendan bajo cualquier otro ángulo con el eje paralelo al lado longitudinal.

Las varillas perfiladas pueden tener, por ejemplo, una sección transversal que sea semicircular, de forma de segmento, de forma de U o de forma de V, de forma de cono truncado o poligonal, tal como triangular, cuadrada o rectangular.

La lama calentadora es guiada generalmente en la dirección lineal desde la región entre las superficies calentadas de los lados longitudinales de los cuerpos de espuma, y los lados longitudinales calentados de los cuerpos de espuma son puestos después en contacto mutuo. Después del proceso de calentamiento se pueden desmoldear los cuerpos de espuma calentados o calentados y estampados, retirándose entonces la lama calentadora y poniéndose las caras laterales calentadas en contacto mutuo.

El método puede realizarse, por ejemplo, de una manera diferente tal que los lados longitudinales opuestos de dos cuerpos de espuma, estando ya estructurado con surcos, canales o porciones fresadas uno de los dos lados longitudinales de los cuerpos de espuma, sean calentados en una lama calentadora, consistente particularmente en un panel con dos caras laterales calentadas lisas y no estructuradas, hasta un punto tal que se ablanden o se fundan parcialmente las superficies de los cuerpos de espuma. Se retira después la lama calentadora y se ponen en contacto mutuo las dos superficies calentadas estructuradas de los cuerpos de espuma, en casos individuales mediante carga de presión, endureciéndose el material plástico por enfriamiento. Se pueden aplicar surcos, canales o porciones fresadas por métodos de corte tales como fresado en las caras laterales de los cuerpos de espuma. Es posible también proporcionar los surcos o canales por carga térmica de las superficies, tal como estampado por medio de una matriz calentada, o bien por estructuración utilizando una radiación rica en energía, por ejemplo por medio de un láser. Se pueden aplicar surcos o canales por medio de matrices correspondientes durante el proceso de extrusión y el proceso de espumado en el cuerpo de espuma o el segmento de espuma que se está produciendo. Se prefieren los métodos térmicos, ya que los poros de celdas cerradas que se están presentes no son desgarrados ni abiertos. Los poros que se abren por procesos de corte son menos favorables en casos individuales, ya que se puede acumular resina en los espacios de los poros durante el procesamiento subsiguiente para formar componentes estructurales o paneles de material compuesto, etc. Esto puede conducir a densidades específicas más altas de los cuerpos de espuma y a un peso incrementado de los componentes estructurales o paneles de material compuesto, etc. Los surcos, canales o porciones fresadas pueden disponerse extendiéndose a cierta distancia uno de otro en paralelo, particularmente en la dirección de extrusión, o pueden formar un patrón. El patrón puede formar surcos, canales o porciones fresadas dispuestos extendiéndose en línea recta, oblicua o diagonalmente en paralelo sobre la superficie del lado longitudinal del cuerpo de espuma, o bien puede formar surcos, canales o porciones fresadas dispuestos en línea recta, oblicua o diagonalmente cruzándose entre ellos. En el caso de surcos, canales o porciones fresadas en las dos superficies que han de soldarse, estos surcos, canales o porciones fresadas pueden oponerse exactamente entre ellos o pueden estar decalados uno con respecto a otro. En el caso de surcos, canales o porciones fresadas entrecruzados, estos forman, por ejemplo, un patrón de celosía o barquillo o una estructura de rejilla. Por consiguiente, en, por ejemplo, un patrón de celosía o barquillo o en una estructura de rejilla se disponen rebajos entre los cuerpos de espuma por medio de surcos, canales o porciones

fresadas entrecruzadas. Los rebajos producidos por surcos, canales o porciones fresados que se extienden oblicua o diagonalmente en el cuerpo de espuma pueden disponerse bajo cualquier ángulo, es decir, de 0° a 90°, con respecto a un eje que se extienda paralelamente al lado longitudinal y en la dirección de extrusión del cuerpo de espuma. En otras palabras, los rebajos pueden disponerse, por ejemplo, bajo un ángulo de aproximadamente 1° a 60°, convenientemente de 15° a 60°, en particular de 30° a 45° y muy particularmente con preferencia de 45°. Es posible también disponer rebajos que se extiendan en el eje paralelo al lado longitudinal (0°) y disponer más rebajos que se extiendan bajo cualquier ángulo con el eje paralelo al eje longitudinal en el cuerpo de espuma.

El método puede realizarse nuevamente, por ejemplo, de una manera diferente tal que los lados longitudinales opuestos de dos cuerpos de espuma sean calentados en la lama calentadora, consistente particularmente en un panel con dos caras laterales calentadas lisas y no estructuradas, hasta tal punto que se fundan del todo o se fundan parcialmente las superficies de los cuerpos de espuma. Se retira después la lama calentadora. En lugar de la lama calentadora, se introduce una matriz, por ejemplo una matriz a manera de peine, entre las superficies calentadas de los cuerpos de espuma y la matriz y se ponen los cuerpos de espuma en contacto mutuo, en casos individuales mediante carga de presión, soldándose el material plástico y endureciéndose éste por enfriamiento y siendo guiada luego la matriz hacia fuera de la zona de fusión o reblandecimiento de los dos cuerpos de espuma. Para formar los rebajos, la matriz a modo de peine puede tener una pluralidad de dientes a modo de varillas orientados en paralelo y a cierta distancia uno de otro en una línea recta. La sección transversal de los dientes, que puede ser de tipo redondeado, redondo o poligonal, forma, al igual que las varillas perfiladas mencionadas, la sección transversal de los rebajos. La longitud de los dientes corresponde al menos al lado longitudinal del cuerpo de espuma que ha de ser estructurado. Los rebajos que se producen con los dientes se extienden en el cuerpo de espuma, particularmente en la dirección de extrusión.

Los elementos estructurales planares, comparados con paneles de material plástico espumado convencionales, tienen, por ejemplo, una mayor rigidez, una mayor resistencia a la compresión y un mayor alargamiento a la rotura bajo esfuerzo de cizalladura. Estas propiedades se basan al menos en parte en las costuras de soldadura entre los segmentos de cuerpo individuales o los cuerpos de espuma individuales. Las costuras de soldadura forman almas o una red de conexiones a la manera de un andamio, estando presentes las costuras de soldadura en forma de capas intermedias de material plástico denso que tienen pocos poros o están exentas de poros. El andamio de las conexiones a modo de almas o a modo de red de las costuras de soldadura aumenta la resistencia a la compresión, ya que las almas de la capa intermedia de material plástico son sustancialmente menos compresibles que los propios cuerpos de espuma. Si, por ejemplo, se ejerce una presión superficial sobre el elemento estructural según la invención (por ejemplo, en un material compuesto en emparedado una presión superficial sobre las capas exteriores del elemento estructural en la función como capa de núcleo), las fuerzas de compresión actúan primordialmente sobre la estructura rígida de las almas o la red y no sobre el propio cuerpo de espuma. El aumento de la rigidez de elementos estructurales según la invención resulta también de la estructura a modo de andamio de las costuras de soldadura, las cuales conducen a una rigidez a la torsión y una resistencia a la flexión incrementadas.

Las paredes de los rebajos pueden formar capas de material plástico denso, que tienen pocos poros o están exentas de poros, en los elementos estructurales planares según la invención. Los rebajos, que penetran generalmente en el elemento estructural planar en todo su espesor, el número de los mismos y el espesor de las paredes pueden conducir a un incremento adicional de la rigidez, la resistencia a la compresión y el alargamiento a la rotura bajo esfuerzo de cizalladura del elemento estructural planar. Si se producen los rebajos por la soldadura de los cuerpos de espuma, las paredes de los rebajos, justamente igual que las conexiones de soldadura, se producen convenientemente por fusión y reendurecimiento y son capas de material plástico que tienen pocos poros o que, en particular, están exentas de poros. La sección transversal de los rebajos es, por ejemplo, una imagen o una copia de la varilla perfilada conformadora. Las paredes del rebajo consisten sustancialmente en el material plástico de las celdas de la espuma que se han deformado durante el proceso de calentamiento o se han colapsado y fundido. Por consiguiente, las costuras de soldadura de los segmentos de cuerpo, las costuras de soldadura de los cuerpos de espuma y las paredes de los rebajos se forman convenientemente en el elemento estructural plano a base del material plástico fundido y reendurecido.

El espesor o la resistencia de las paredes puede ser controlado por la acción de presión y calor. Los rebajos penetran también generalmente en todo el espesor del bloque de espuma y forman tubos o pequeñas aberturas a modo de tubos. Dado que el elemento estructural planar es una pieza que se separa del bloque de espuma transversalmente a la dirección de extensión de los rebajos, estos rebajos han de encontrarse correspondientemente en forma y número en el elemento estructural planar.

Los elementos estructurales planares según la presente invención tienen, por cada metro cuadrado de cara exterior, al menos 200, convenientemente al menos 400, hasta 60000 y preferiblemente hasta 40000 rebajos. La superficie del elemento estructural planar en la que están dispuestos los rebajos se denomina cara exterior. En el elemento estructural planar los rebajos tienen un diámetro o un diámetro medio o longitud de borde media de, por ejemplo, 0,2 a 10 mm, convenientemente de 1 a 5 mm y preferiblemente de 2 a 3 mm. La distancia mutua de los rebajos en la respectiva costura de soldadura puede ser, por ejemplo, de 2 a 100 mm. La distancia entre los rebajos dentro de la respectiva costura de soldadura es preferiblemente alrededor de 2 a 20 veces, en particular 5 a 10 veces el diámetro

de la longitud de borde más grande del rebajo.

El elemento estructural planar es, en particular, una pieza separada del bloque de espuma transversalmente a la dirección de extensión de los rebajos. La altura h del elemento estructural planar puede ser, por ejemplo, de 3 a 1000 mm, siendo ventajosa una altura de 5 a 500 mm, prefiriéndose una altura de 10 a 400 mm y prefiriéndose particularmente una altura de 20 a 250 mm.

El elemento estructural según la invención se utiliza en componentes de material compuesto y en elementos de material compuesto en emparedado, tales como paneles de material compuesto. Los elementos de material compuesto en emparedado, tales como paneles de material compuesto en emparedado, pueden comprender una capa de núcleo, en particular un elemento estructural según la invención, y, dispuestas en uno o en ambos lados, una capas exteriores o un recubrimiento. Si el elemento estructural planar según la invención es utilizado como capa de núcleo en un panel de material compuesto en emparedado, el elemento estructural es convenientemente un elemento de panel.

Los componentes o los cuerpos moldeados de material compuesto contienen, por ejemplo, una piel exterior o capa exterior y un núcleo. Los elementos estructurales planares según la invención se utilizan en particular preferiblemente como material de núcleo o capa de núcleo en cuerpos moldeados o en componentes de material compuesto moldeados. Por ejemplo, un elemento estructural según la invención se inserta como capa de núcleo en un molde hueco con formación de un intersticio entre el núcleo y la pared del molde. En casos individuales, se pueden insertar en el intersticio materiales de refuerzo tales como fibras, por ejemplo como una tela tejida, como una banda o un género de punto, etc. Se suministra la resina por un método de inyección o de infusión. El molde hueco puede ser sometido, por ejemplo, a vacío y se puede inyectar en el molde hueco en forma fluente una resina, tal como una resina de poliéster, una resina epoxi o una resina de éster vinílico. La resina se distribuye entre la capa exterior o piel exterior y la capa de núcleo y penetra o fluye a través de, en particular, los rebajos del elemento estructural planar. Por consiguiente, los rebajos tienen que ser traspasables con respecto a la resina. Esto consigue una distribución uniforme de la resina dentro del intersticio, fluyendo la resina a través del material del núcleo que soporta su distribución uniforme en todo el espacio de la cavidad del molde. Si el objeto es aumentar tan poco como sea posible la densidad del componente de material compuesto en su totalidad o la del elemento estructural, el número y/o el diámetro o el volumen de los rebajos deberán ser tan pequeños como sea posible. Sin embargo, si se pretende obtener un refuerzo estructural del elemento de material compuesto, la resina que se ha endurecido o solidificado y que queda en los rebajos correspondientemente voluminosos y/o más numerosos del elemento estructural es utilizada para producir un refuerzo adicional incrementado la rigidez, la resistencia a la compresión o el alargamiento a la rotura bajo esfuerzo de cizalladura.

Los elementos de material compuesto en emparedado que tienen elementos estructurales según la invención como capa de núcleo tienen, a pesar de su bajo peso, una alta rigidez y una excelente resistencia a la cizalladura y a la compresión. Por tanto, las estructuras en emparedado de este tipo son adecuadas, en particular, para aplicaciones que requieran componentes ligeros, pero aptos para someterse a altas cargas estructurales. Las capas exteriores pueden ser, por ejemplo, paneles rígidos o flexibles hechos de material plástico o de material plástico reforzado con fibras, tal como material plástico reforzado con fibras de vidrio. Además, las capas exteriores pueden ser también paneles o chapas hechos de metal, en particular de aluminio o de una aleación de aluminio. En comparación con la capa de núcleo, las capas exteriores son de preferencia paneles relativamente delgados. Los elementos de material compuesto en emparedado que tienen elementos estructurales según la invención como capa de núcleo pueden utilizarse, por ejemplo, como elementos de construcción en la industria de construcción de edificios. Ejemplos de tales elementos de construcción son paredes, suelos, techos, puertas, paredes intermedias, tabiques o elementos de revestimiento. Estos pueden ser, por ejemplo, elementos de material compuesto en emparedado para cuerpos de caja, puentes de carga, paredes, techos, puertas, tapas, revestimientos o partes de los mismos en camiones o vagones ferroviarios para transporte de mercancías, o bien paredes, techos, suelos, paredes intermedias, elementos de revestimiento, puertas, techos y partes de los mismos en vehículos para el transporte de pasajeros, tales como autobuses, tranvías, coches ferroviarios, o en barcos, tales como barcos de pasajeros, transbordadores, vapores de recreo o botes.

Componentes de material compuesto con elementos estructurales según la invención como capa de núcleo se utilizan, entre otros, en el transporte en tierra (por ejemplo, construcción de vehículos de carretera o de ferrocarril), en agua (por ejemplo, construcción de buques o barcos, construcción de equipos para deportes acuáticos) o en el aire (por ejemplo, construcción de aeronaves), pero también, al igual que los elementos de material compuesto en emparedado, en artículos deportivos para uso en tierra, en agua o en el aire.

Los componentes de material compuesto que tienen elementos estructurales según la invención se utilizan preferiblemente como núcleo o capas de núcleo en palas de rotor para mover fluidos, en particular gases, tal como aire, o como el núcleo o las capas de núcleo en palas de rotor de turbinas eólicas. El uso de los elementos estructurales según la invención se prefiere particularmente como material de núcleo en palas de ventilador o palas de rotor para turbinas eólicas.

Se describirá seguidamente la invención con más detalle a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos que

se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista despiezada de un material compuesto en emparedado que tiene un elemento estructural según la invención como capa de núcleo;

5 La figura 2 es una sección transversal a través de un material compuesto en emparedado que tiene un elemento estructural según la invención como capa de núcleo;

La figura 3 es una vista en planta de un elemento estructural según la invención;

La figura 4 es una vista en perspectiva de un bloque de material plástico para producir elementos estructurales según la invención;

10 La figura 5 es una vista en perspectiva de la unión de un bloque de espuma para producir elementos estructurales según la invención;

la figura 6 es una vista en perspectiva del aserrado de un bloque de material plástico para formar elementos estructurales según la invención;

La figura 7 es una sección transversal a través de ejemplos de varillas perfiladas que proporcionan una estructura en lamas calentadoras; y

15 La figura 8 es una vista de una lama calentadora y un detalle de la misma.

La figura 1 muestra un elemento 1 de material compuesto en emparedado que tiene una capa de núcleo hecha de un elemento estructural planar 10 según la invención, el cual está configurado como un panel de material plástico hecho de segmentos de cuerpo espumado soldados uno a otro. El panel 10 de material plástico consta de segmentos de cuerpo cuboidales 11 que están conectados uno a otro por medio de conexiones de soldadura planas formadas por costuras de soldadura longitudinales 12 y transversales 13 en sus caras laterales 17 en contacto. Las costuras de soldadura 12, 13 forman aquí (en una vista en planta del panel) una estructura de alma rígida a modo de red. Una capa exterior 2, 3 está dispuesta en cada caso en ambos lados de la capa de núcleo, en las caras exteriores 16 de los segmentos de cuerpo 11. Las capas exteriores 2, 3 pueden consistir, por ejemplo, en paneles de material plástico, paneles de material plástico reforzado con fibras (por ejemplo plástico termoestable o termoplástico reforzado con fibras de vidrio) o chapas metálicas, tales como chapas de aluminio. Los rebajos no se muestran para mejorar la claridad.

La figura 2 muestra un elemento 1 de material compuesto en emparedado según la figura 1 en sección transversal. Las capas exteriores 2, 3 están conectadas a la capa de núcleo 11. Son visibles las costuras de soldadura transversales 13.

30 La figura 3 muestra una realización de un elemento estructural según la invención en forma de un panel 20 de material plástico hecho de cuerpos de espuma 27 apilados y soldados uno a otro por medio de las costuras de soldadura 23. Los cuerpos de espuma están formados por segmentos de cuerpo 21 que están dispuestos lado a lado y soldados uno a otro por medio de las costuras de soldadura 22.

El panel 20 de material plástico según la figura 3 contiene segmentos de cuerpo 21 que presentan una sección transversal rectangular en la vista en planta del panel. Los segmentos de cuerpo 21 según la figura 3 están dispuestos con una pluralidad de ellos colocados lado a lado en un plano, formando almas las conexiones de soldadura 22 entre los segmentos de cuerpo 11. Los segmentos de cuerpo 21 dispuestos con una pluralidad de ellos lado a lado en un plano según la figura 3 forman los cuerpos de espuma 27 en una pluralidad de capas apiladas que tienen conexiones de soldadura 22 desplazadas una con respecto a otra, formando las conexiones de soldadura una estructura a modo de pared de ladrillos que tiene costuras de soldadura transversales continuas 23 y costuras de soldadura longitudinales continuas 22 decaladas una con respecto a otra.

La figura 4 muestra cuerpos de espuma 7 (a modo de ejemplo un solo cuerpo oblicuamente rayado) formados a base de segmentos de cuerpo 11 de forma de pilar o de forma de varilla, produciéndose los segmentos de cuerpo 11 (a modo de ejemplo un solo cuerpo longitudinalmente rayado), por ejemplo, por extrusión, cuyos cuerpos de espuma a su vez, apilados y soldados uno a otro, forman el bloque de espuma 5. Los segmentos de cuerpo individuales 11 están conectados uno a otro por medio de soldadura de material plástico con formación de costuras de soldaduras longitudinales 32 a lo largo de sus lados longitudinales 8 para formar los cuerpos de espuma 7. Los cuerpos de espuma 7 se conectan por formación de las costuras de soldadura transversales 32 para obtener el bloque de espuma 8. Por aserrado 6 o corte térmico (a lo largo de la línea de puntos) se divide el bloque de espuma 5 en paneles individuales 30 de material plástico, que son los elementos estructurales planares según la invención.

La figura 5 muestra la unión del bloque de espuma 5 por medio de la lama calentadora 40. Un bloque de espuma 5 en construcción, hecho de una pluralidad de cuerpos de espuma que están ya soldados por medio de las costuras de soldadura 33 y que tiene el bloque de espuma 7' situado en el exterior, es guiado en la dirección de la flecha

hacia la lama calentadora calentada 40 y, en particular, hacia la superficie 42, que no está estructurada en este caso. Un cuerpo de espuma 7 es guiado en la dirección de la flecha hacia el lado opuesto de la lama calentadora 40 y hacia la superficie estructurada 41. El cuerpo de espuma 7 se fabrica aquí, a título de ejemplo, a base de dos segmentos de cuerpo 11 que están conectados por una costura de soldadura 32. Las piezas 5, 40, 70 son guiadas una hacia otra, preferiblemente bajo una presión de contacto, de tal manera que tenga lugar una transmisión de calor uniforme y la superficie estructurada 41 se imprima como una matriz en la superficie 43 del cuerpo de espuma 7. Los materiales termoplásticos de los cuerpos de espuma 7, 7' se reblandecen o se funden en las superficies 43, 44 bajo la acción del calor de la lama calentadora 40. A una viscosidad en fusión adecuada para la soldadura, la lama calentadora 40 dispuesta entre los dos lados longitudinales de los cuerpos de espuma 7, 7' es retirada en la dirección A y los dos lados longitudinales 7, 7' son guiados uno hacia otro y, bajo al menos una ligera presión de contacto, se sueldan las superficies calientes 43, 44 y, después del enfriamiento, éstas forman otra costura de soldadura inseparable 33. Si no están interrumpidos por los rebajos 45, los cuerpos de espuma 7, 7' se sueldan en particular sobre toda el área a través de las costuras de soldadura 33. El proceso se repite hasta que se alcance la longitud deseada en la dirección B del bloque de espuma 5.

A modo de ejemplo, el detalle de la figura 5a de la lama calentadora 40 muestra la superficie no estructurada 42 y la superficie estructurada 41 provista de varillas perfiladas 46 que proporcionan la forma triangular en sección transversal. La superficie 41 está provista de una pluralidad de varillas perfiladas 46. Las varillas perfiladas 46 se extienden particularmente en paralelo y en la dirección de movimiento de la lama calentadora 40. Las varillas perfiladas 46 se extienden al menos sobre toda la altura de la superficie efectiva 41 de la lama calentadora 40. La distancia de las varillas perfiladas 46 depende del número de rebajos deseados 45 y puede ser, por ejemplo, de 2 a 100 mm. La longitud de los bordes laterales de la presente forma triangular de las varillas perfiladoras 46 puede ser, por ejemplo, de 0,2 a 10 mm. Según la forma y el número de las varillas perfiladas 46, se forman los rebajos 45, aquí con una sección transversal triangular, entre los dos cuerpos de espuma colindantes 7, 7'. La figura 5b es un detalle ampliado del bloque de espuma 5 mostrando los dos cuerpos de espuma 7, 7', soldados por medio de las costuras 33, y los rebajos formados 45.

Si el bloque de espuma 5 ha alcanzado su tamaño deseado por la unión mutua de los cuerpos de espuma 7 a través de las costuras de soldadura 33, los elementos estructurales planares 10 según la invención pueden ser separados, como se muestra en la figura 6, por unos medios separadores, tales como una sierra 6, a la altura h o espesor deseados, que pueden ser según se desee y que en particular pueden ser preferiblemente de 20 a 250 mm. Los elementos estructurales planares 50 se separan transversalmente al recorrido de los rebajos 45. Los rebajos 45 se extienden a través de todo el bloque de espuma 5 y, por consiguiente, se extienden por completo a través de la altura o el espesor del elemento estructural separado 10. Por tanto, los rebajos 45 terminan cada uno de ellos en las caras exteriores 16 del elemento estructural 10 y forman así aberturas.

La figura 7 muestra diversos ejemplos de formas posibles de la sección transversal de las varillas perfiladas, tales como una forma en V o una forma triangular 46, una forma de cono truncado 47 o una forma de U 48. Las varillas perfiladas 46, 47 ó 48 pueden formar, en una pluralidad de ellas, la estructura superficial de una o ambas superficies 41, 42 de la lama calentadora 40. Es posible también obtener las mismas formas de sección transversal en forma de negativo como surcos o canales en los cuerpos de espuma, tal como fresándolos o conformándolos térmicamente y soldando uno a otro los cuerpos de espuma dotados de surcos o estampados. Las formas mostradas no son restrictivas.

La figura 8 muestra una realización que ha sido cambiada con relación a la figura 5a con respecto a la superficie 42. La lama calentadora 40 tiene una superficie 42a provista de indentaciones alargadas 49. La superficie opuesta 41 de la lama calentadora está provista de las varillas perfiladas 46 que se proyectan desde la superficie 41 y proporcionan, por ejemplo, una forma triangular en sección transversal. La superficie 42a está provista de una pluralidad de indentaciones alargadas 46 producidas, tal como fresadas, en la superficie 42a. Las indentaciones alargadas 49 se extienden, por ejemplo, en paralelo y en la dirección de movimiento de la lama calentadora 41. Las indentaciones alargadas 49 se extienden ventajosamente por toda la altura de la superficie efectiva 42a de la lama calentadora 40. La posición, disposición y número de las indentaciones alargadas 49 son independientes de la posición, disposición y número de las varillas perfiladas 46.

Lista de números de referencia

- 1 Elemento de material compuesto en emparedado
- 2 Capa exterior
- 3 Capa exterior
- 5 Bloque de espuma
- 6 Sierra
- 7,27 Cuerpo de espuma
- 8 Lado longitudinal del segmento de cuerpo
- 10,20,30 Panel de material plástico, elemento estructural plano
- 11,21,31 Segmento de cuerpo

ES 2 400 044 T3

	12,22,32	Costura de soldadura (longitudinal)
	13,23,33	Costura de soldadura (transversal)
	16	Cara exterior
	17	Cara lateral
5	40	Lama calentadora
	41	Superficie estructurada
	42	Superficie no estructurada
	42a	Superficie estructurada con surcos
	43	Lado longitudinal del cuerpo de espuma 7
10	44	Lado longitudinal del cuerpo de espuma 7
	45	Rebajos
	46	Varilla perfilada conformadora de configuración en V
	47	Varilla perfilada conformadora de configuración en cono truncado
	48	Varilla perfilada conformadora de configuración en U
15	49	Indentaciones alargadas en la superficie de la lama calentadora

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento estructural planar (10) como parte de un bloque de espuma (5), estando el bloque de espuma (5) hecho de un material plástico espumado que contiene una pluralidad de cuerpos de espuma apilados (7) y/o cuerpos de espuma (7) hechos de segmentos de cuerpo (11) que están dispuestos lado a lado en un plano y conectados uno a otro para formar cuerpos de espuma (7) y que tienen costuras de soldadura planas (13) en sus caras colindantes, y estando los cuerpos de espuma (7) soldados uno a otro en sus caras colindantes con formación de costuras de soldadura (12) para obtener el bloque de espuma (5), **caracterizado** porque las costuras de soldadura están interrumpidas por rebajos a cierta distancia uno de otro.
- 10 2. Elemento estructural planar según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las costuras de soldadura (12) entre los cuerpos de espuma (7) están interrumpidas por rebajos (45) a cierta distancia uno de otro.
3. Elemento estructural planar según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado** porque las costuras de soldadura planas (12) forman una capa intermedia de material plástico, que tiene pocos poros o está exenta de poros, en forma de una estructura de alma que tiene un efecto de refuerzo en vista en planta, y los rebajos (45) tienen paredes que tienen pocos poros o están exentas de poros.
- 15 4. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque las costuras de soldadura (13) de los segmentos de cuerpo (11), las costuras de soldadura (12) de los cuerpos de espuma (7) y las paredes de los rebajos (45) están formadas a base del material termoplástico fundido y reendurecido.
- 20 5. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el espesor de las costuras de soldadura (12, 13) y/o el espesor de pared de los rebajos (45) se han establecido de tal manera que una estructura de alma a modo de red de las costuras de soldadura y/o las paredes de los rebajos (45) mejora la resistencia del elemento estructural (10).
- 25 6. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque los cuerpos de espuma (7) o los segmentos de cuerpo (11) se producen por medio de extrusión, y las caras (32, 33) de las costuras de soldadura y los rebajos (45) están situados en la dirección de extrusión de los cuerpos de espuma (7).
- 30 7. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque los cuerpos de espuma (7) o los segmentos de espuma (11) se producen por medio de extrusión, y las caras (32, 33) de las costuras de soldadura están situadas en la dirección de extrusión de los cuerpos de espuma (7), y los rebajos, con relación a un eje que se extiende paralelamente al lado longitudinal de los cuerpos de espuma y en la dirección de extrusión, están dispuestos bajo un ángulo de 0° o mayor, convenientemente de 0° a 90°, en particular convenientemente de 1° a 60°, ventajosamente de 15° a 60°, en particular de 30° a 45° y excepcionalmente con preferencia de 45°.
- 35 8. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el elemento estructural planar (10) tiene caras exteriores (16) en ambos lados y, por cada metro cuadrado de cara exterior (16), tiene al menos 200, convenientemente al menos 400 y hasta 60000, preferiblemente hasta 40000 rebajos (45).
9. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque los rebajos (45) tienen un diámetro o diámetro medio y una longitud de borde de 0,2 a 10 mm, convenientemente de 1 a 5 mm y preferiblemente de 2 a 3 mm.
- 40 10. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la distancia mutua entre los rebajos (45) dentro de la respectiva costura de soldadura (23, 33) es de 2 a 100 mm.
11. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la distancia entre los rebajos (45) dentro de la respectiva costura de soldadura (23, 33) es de 2 a 20 veces, en particular de 5 a 10 veces, el diámetro medio o la longitud de borde más grande de los rebajos (45).
- 45 12. Elemento estructural planar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque los segmentos de cuerpo individuales (11) y los cuerpos de espuma individuales (7), en la vista en planta del elemento estructural planar (10), tienen una forma poligonal, convenientemente una forma octogonal, hexagonal o triangular, preferiblemente una forma cuadrangular y, en particular, una forma rectangular o cuadrada.
- 50 13. Método para producir un elemento estructural planar (10) que contiene una pluralidad de segmentos de cuerpo (11) que están apilados y/o dispuestos lado a lado en un plano y conectados uno a otro, hechos de un material termoplástico espumado, estando el elemento estructural (10) completamente hecho de material termoplástico y estando los segmentos de cuerpo (11) soldados uno a otro en sus caras colindantes con formación de costuras de soldadura planas (32, 33), según la reivindicación 1, conseguido por los pasos siguientes:
- a. producción de cuerpos de espuma (7) de celdas cerradas por un proceso de extrusión y espumado o

producción de segmentos de cuerpo (11) por un proceso de extrusión y espumado, seguido por una soldadura mutua de los lados longitudinales de los segmentos de cuerpo (11) por fusión parcial plana de las caras laterales de los segmentos de cuerpo (11) que han de conectarse, y una unión y reendurecimiento subsiguientes para formar cuerpos de espuma (7) con formación de costuras de soldadura planas (32), estando presentes las costuras de soldadura planas (32) como capas intermedias de material plástico que tienen pocos poros o están exentas de poros;

b. soldadura mutua de los lados longitudinales de los cuerpos de espuma (7) por fusión parcial plana de las caras laterales de los cuerpos de espuma (7) que han de conectarse, y subsiguiente unión y reendurecimiento para formar un bloque de espuma (5) con formación de costuras de soldadura planas (33), estando presentes las costuras de soldadura planas (33) como capas intermedias de material plástico que tienen pocos poros o están exentas de poros;

c. división del bloque de espuma (5) en elementos estructurales planares (30), en particular paneles de espuma, en sentido transversal a la dirección longitudinal de los cuerpos de espuma (7),

en donde las costuras de soldadura planas (32, 33) forman en la vista en planta del elemento estructural plano (30) una estructura de alma que tiene un efecto de refuerzo,

caracterizado porque los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7) se funden parcialmente por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie estructurada con producción de indentaciones de forma de surcos en el cuerpo de espuma (7), o porque unos cuerpos de espuma (7) que están estructurados por indentaciones de forma de surcos en uno o ambos lados se funden parcialmente por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie no estructurada, o porque unos cuerpos de espuma (7) no estructurados se funden primero parcialmente por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie no estructurada y luego por medio de una matriz que proporciona una estructura, y los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7), que se funden parcialmente en un paso adicional, se unen formando rebajos (45) en la costura de soldadura (33).

14. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 13, **caracterizado** porque los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7) se funden parcialmente por medio de una lama calentadora (40) que tiene una superficie que está estructurada en uno o en ambos lados, con producción de indentaciones de forma de surcos en el cuerpo de espuma (7).

15. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 14, **caracterizado** porque en cada caso las superficies de los lados longitudinales (43, 44) de dos cuerpos de espuma (7, 7') que se extienden en la dirección de extrusión se calientan en una lama calentadora (40), en particular un panel que tiene dos caras laterales calentadas (41, 42), hasta que se reblandecen o se funden parcialmente las superficies de los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7, 7'), y las celdas que están situadas en las superficies se colapsan y forman una delgada piel de material fundido, y una o ambas caras laterales (41) de la lama calentadora (40) tienen una estructura (46, 47, 48) y esta estructura (46, 47, 48) se imprime a la manera de una matriz en el material termoplástico, seguidamente los cuerpos de espuma (7, 7') se separan de la lama calentadora (40) y se retira la lama calentadora (40), y las dos superficies calentadas de los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7, 7') son puestas en contacto mutuo en estado calentado, convenientemente mediante carga de presión, soldándose una a otra las superficies en contacto mutuo de los lados longitudinales (43, 44) y endureciéndose el material termoplástico por enfriamiento.

16. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 15, **caracterizado** porque la estructura que está presente en una o ambas caras (41) de la lama calentadora (40) está formada por una pluralidad de varillas perfiladas (46, 47, 48) que están dispuestas a cierta distancia una de otra en paralelo y se extienden sobre toda la longitud y toda la anchura de una o ambas superficies (41) de la lama calentadora (40), y las varillas perfiladas (46, 47, 48) están preferiblemente distribuidas a distancias iguales sobre la superficie (41).

17. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 16, **caracterizado** porque se forma una estructura de celosía o barquillo o una estructura de rejilla en una estructura que está presente en una o ambas superficies (41) de la lama calentadora (40) y que comprende varillas perfiladas entrecruzadas, y las varillas perfiladas que se extienden oblicua o diagonalmente se extienden bajo cualquier ángulo, en particular de 0° a 90°, con respecto a un borde lateral de la lama calentadora, y las varillas perfiladas están dispuestas en particular bajo un ángulo de aproximadamente 1° a 60°, convenientemente de 15° a 60°, en particular de 30° a 45° y excepcionalmente con preferencia de 45°.

18. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 13, **caracterizado** porque los lados longitudinales opuestos (43, 44) de dos cuerpos de espuma (7), estando estructurados con surcos, canales o porciones fresadas uno o ambos de los lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7), se calientan en una lama calentadora (40), consistente particularmente en un panel que tiene dos caras laterales calentadas (42) lisas y no estructuradas, hasta el punto de que se reblandecen o se funden parcialmente la superficie de los cuerpos de espuma (7) hechos de material termoplástico, y seguidamente se retira la lama calentadora (40) y se ponen en contacto mutuo las dos superficies calentadas estructuradas (43, 44) de los cuerpos de espuma (7),

convenientemente mediante carga de presión, endureciéndose el material plástico por enfriamiento.

- 5 19. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 13, **caracterizado** porque los
10 lados longitudinales opuestos (43, 44) de dos cuerpos de espuma (7, 7') se calientan en una lama calentadora (40),
consistente en un panel que tiene dos caras laterales lisas calentadas (42) no estructuradas, hasta tal punto que se
reblandecen o se funden parcialmente las superficies calentadas de los cuerpos de espuma (7) hechos de material
termoplástico, y se retira luego la lama calentadora (40) y se introduce una matriz a modo de peine entre las dos
superficies calentadas de los cuerpos de espuma (7), y se ponen en contacto mutuo la matriz y los cuerpos de
espuma (7), convenientemente mediante carga de presión, soldándose el material plástico y endureciéndose éste
por enfriamiento y siendo guiada luego la matriz hacia fuera de la zona de fusión o reblandecimiento de los dos
cuerpos de espuma.
- 15 20. Método para producir un elemento estructural planar (10) según la reivindicación 13, **caracterizado** porque los
lados longitudinales (43, 44) de los cuerpos de espuma (7) se funden parcialmente por medio de una lama
calentadora (40) que tiene una superficie estructurada en uno o ambos lados, con producción de indentaciones de
forma se surcos en el cuerpo de espuma (7), dejándose una pluralidad de indentaciones alargadas (49) en una o
ambas superficies de la lama calentadora (40).
21. Uso del elemento estructural planar (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en un componente
estructural (1) que tiene una capa exterior (2) que se aplica a al menos una superficie del elemento estructural planar
(10).
- 20 22. Uso del elemento estructural planar (10) según la reivindicación 21 como el núcleo o la capa de núcleo en un
componente estructural (1), siendo el componente estructural (1) un elemento de material compuesto en
emparedado, en particular un panel de material compuesto en emparedado, que tiene capas exteriores (2, 3)
dispuestas en ambos lados del núcleo o la capa de núcleo, o un componente de material compuesto que está
constituido por el núcleo o la capa de núcleo y las capas exteriores.
- 25 23. Uso del elemento componente en emparedado (1) según la reivindicación 21 o la reivindicación 22 como el
núcleo o la capa de núcleo en componentes de material compuesto, particularmente en palas de turbinas eólicas.

Fig.1

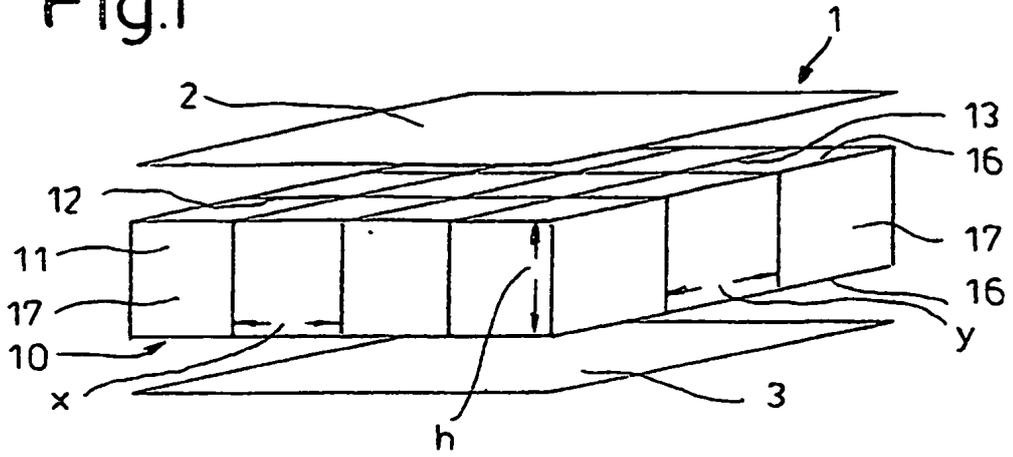


Fig.2

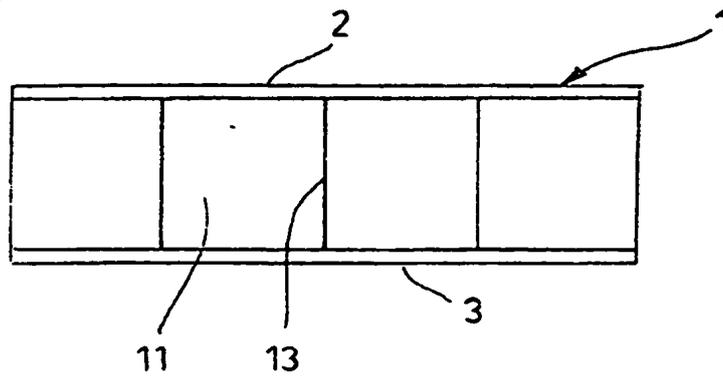
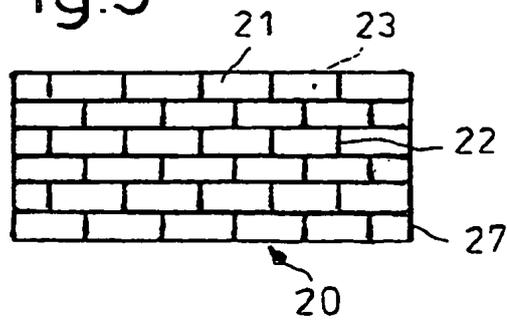


Fig.3



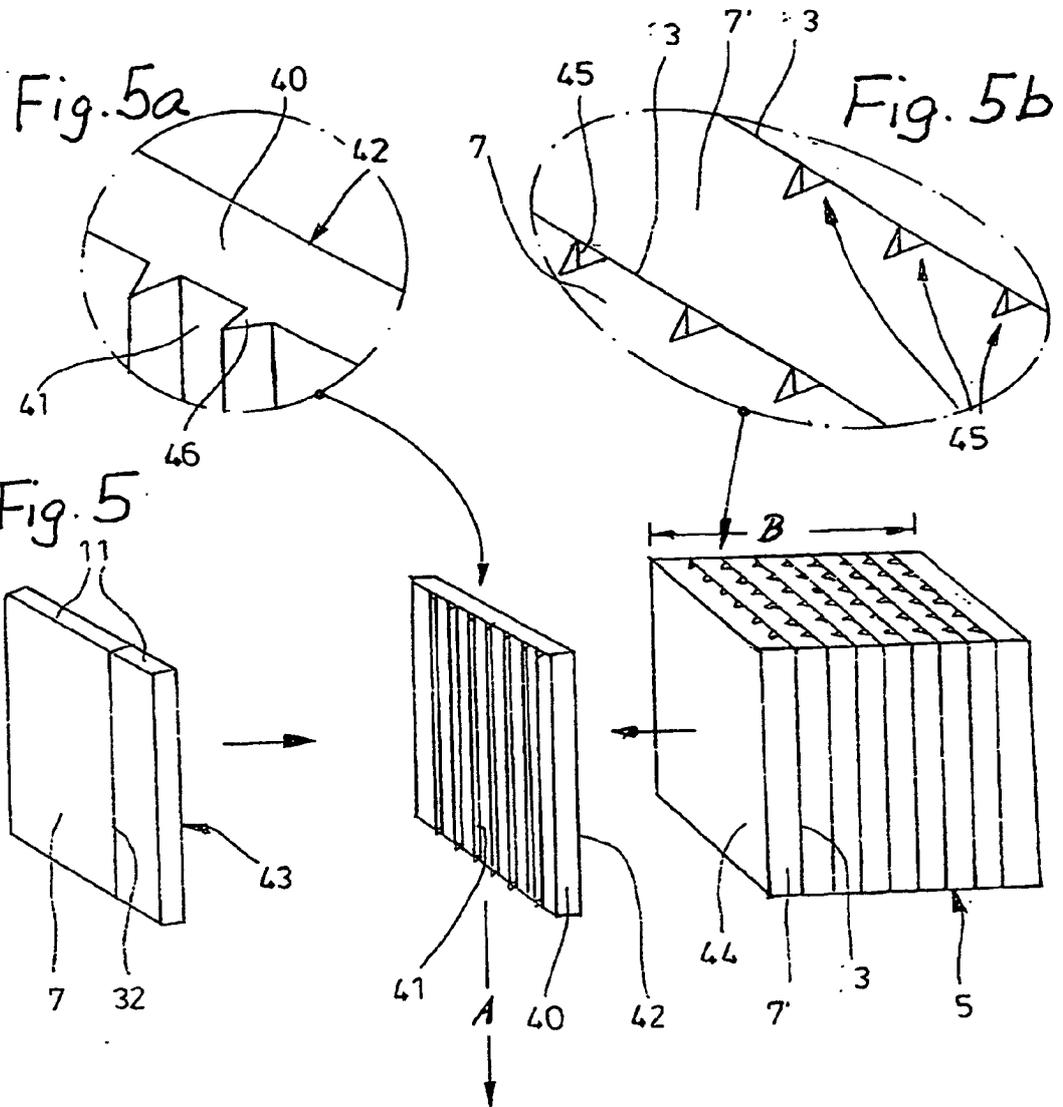
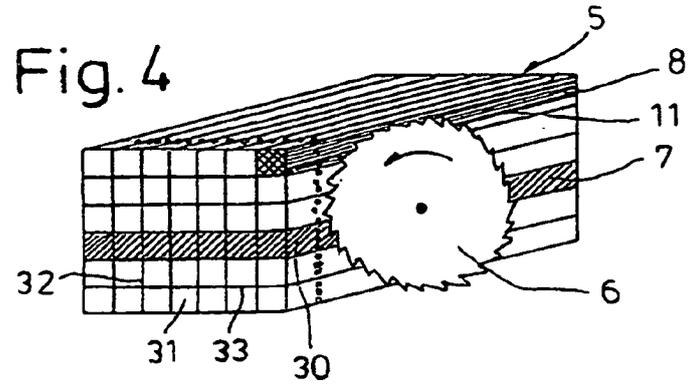


Fig.6

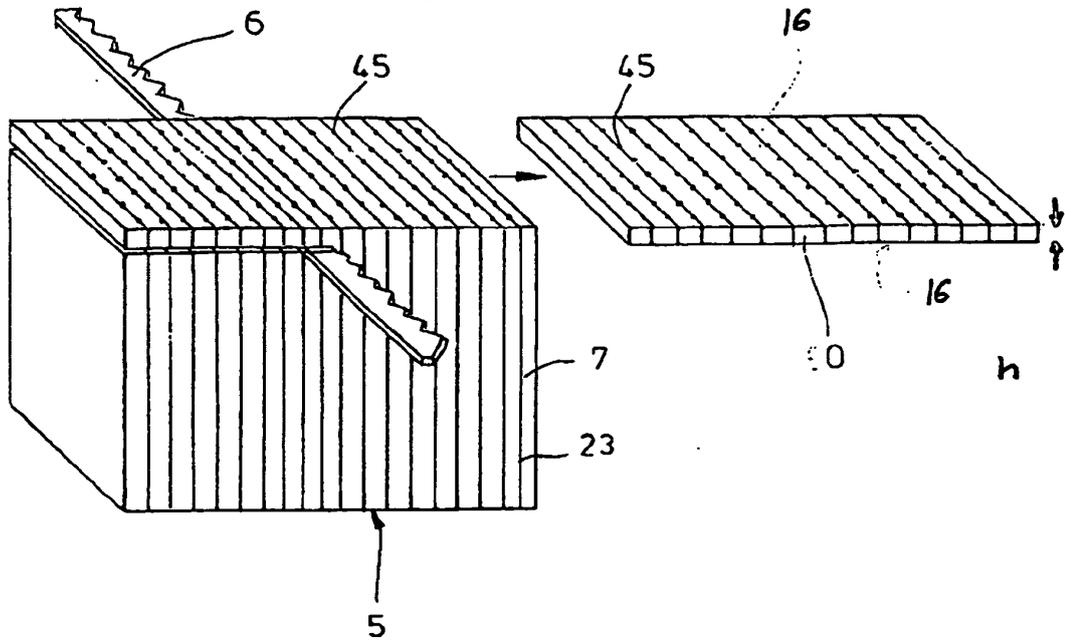


Fig.7

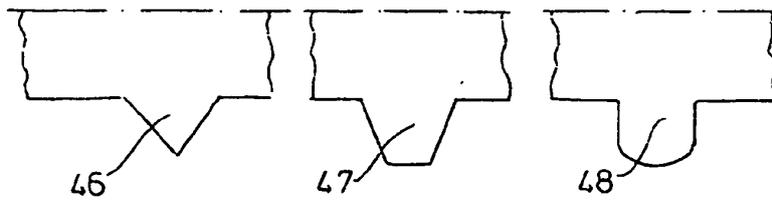


Fig. 8

