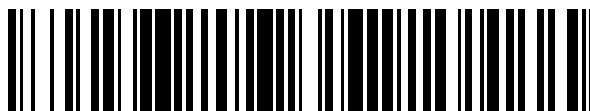


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 678**

51 Int. Cl.:

<b>B32B 37/14</b>	(2006.01)
<b>B32B 3/12</b>	(2006.01)
<b>B21D 47/00</b>	(2006.01)
<b>B29D 99/00</b>	(2010.01)
<b>E04C 2/36</b>	(2006.01)
<b>B31D 3/00</b>	(2007.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2015 PCT/EP2015/071381**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16042107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2015 E 15766467 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3194681**

54 Título: **Panal, en particular panel deformable, para componentes ligeros, así como bloque de panel para la fabricación del panel y procedimiento de fabricación correspondiente**

30 Prioridad:  
**17.09.2014 LU 92548**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.11.2018**

73 Titular/es:  
**EURO-COMPOSITES S.A. (100.0%)  
Zone Industrielle  
6401 Echternach, LU**

72 Inventor/es:  
**ALTER, ROLF-MATHIAS;  
WINTGENS, WILLY;  
WILLERT, MICHAEL y  
SCHMITT, RALF**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 691 678 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

Panal, en particular panel deformable, para componentes ligeros, así como bloque de panel para la fabricación del panel y procedimiento de fabricación correspondiente

5  
 Área técnica  
 La presente invención se refiere en general a estructuras de paneles. La invención se refiere en particular a un panel para componentes ligeros o bien, construcciones de tipo de construcción ligera, en particular un panel deformable para componentes ligeros con superficie curvada. La invención se refiere también a un bloque de panel y a un procedimiento de fabricación para un panel de esta clase, así como a un componente sándwich con un panel de esta clase.

## Estado del arte

15  
 En la técnica de construcción ligera es muy frecuente la utilización de paneles. El panel, en particular como material de núcleo de un componente compuesto, en particular ofrece ventajas en prácticamente todas las aplicaciones que requieren una capacidad de carga elevada con un peso especialmente reducido. Convencionalmente, el panel se utiliza en componentes sándwich como material de núcleo entre dos capas superficiales, como se muestra, por ejemplo, en el modelo registrado DE 8624880 U1 o bien, en la patente LU 86594 A1 o en la patente EP 0 579 000 B1.

20  
 Las figuras 8(A)-(F) muestran una vista general de las geometrías de estructuras de panel conocidas a partir del estado de la técnica, que se pueden utilizar como material de núcleo. Estos dibujos han sido extraídos del libro técnico "Honeycomb Technology: Materials, Design, Manufacturing, Applications and Testing" ("Tecnología de panel: materiales, diseño, fabricación, aplicaciones y pruebas"), Tom Bitzer, Springer Science & Business Media, 1997 (ISBN 0412540509).

Resultan especialmente conocidas aquellas estructuras de panel en las que las celdas de panel presentan una sección transversal hexagonal regular (comp. figura 8(A)).

30  
 Los procedimientos para la fabricación de un panel con una sección transversal hexagonal se describen, por ejemplo, en la solicitud de patente EP 0 467 286 A1 o en la patente US 4,118,263 A, que en este caso tratan respectivamente de procedimientos de expansión.

35  
 Los paneles logran una resistencia y una rigidez elevadas con un peso especialmente reducido, cuando se utilizan como material de núcleo en componentes sándwich. Los paneles sándwich con paneles hexagonales como material de núcleo se utilizan muy frecuentemente, por ejemplo, en la ingeniería aeronáutica, por ejemplo, para el equipamiento interior de un avión, aunque también como componentes estructurales en muchas otras áreas.

40  
 En muchos casos de aplicación también se desea proporcionar componentes sándwich que presenten las ventajas de las estructuras de panel convencionales y, al mismo tiempo, permitan la fabricación de formas tridimensionales no planas y con curvaturas complejas. Para ello, resulta conveniente la conformación del panel de manera que de por sí resulte lo suficientemente flexible, es decir, que se pueda deformar de manera tridimensional. En particular, resulta conveniente la posibilidad de deformar el panel en varios ejes de curvatura, es decir, a lo largo de curvas complejas y compuestas (en inglés: "compound curves"). En este caso, frecuentemente existe el requisito adicional que consiste en la necesidad de que los puentes de panel o bien, de celdas, a pesar de la deformación en un ángulo en lo posible perpendicular, hagan tope contra las capas superficiales del componente compuesto cuando el panel se utiliza como núcleo de un componente sándwich.

45  
 En este caso, por panel deformable se entiende un panel que, en comparación con geometrías de paneles convencionales, por ejemplo, de acuerdo con el estado de la técnica en las figuras FIGURA 8(A)-(B) y FIGURA 8(D)-(E), presenta un efecto anticlástico notablemente menor, al menos, en la curvatura alrededor de un eje. En la técnica de paneles, por efecto anticlástico se entiende la tendencia generalmente no deseada a la curvatura alrededor de un eje hacia los lados opuestos, transversalmente con respecto al eje de curvatura deseado (tendencia a la formación de una montura en la curvatura alrededor de un eje).

50  
 Se conoce previamente el hecho de que el panel hexagonal sobreexpandido permita una curvatura limitada alrededor de un eje. Sin embargo, las geometrías más complejas con curvatura múltiple prácticamente no conforman esta clase de paneles sobreexpandidos, comp. FIGURA 1(C), y, por lo tanto, solo se pueden deformar de manera limitada en el presente sentido.

60  
 Se conocen conceptos para la fabricación del panel deformable, por ejemplo, de las patentes US N.º 3'227'600 A y N.º 3'342'666 A. Esta clase de paneles se pueden conformar para obtener estructuras complejas con curvaturas alrededor de varios ejes, por ejemplo, en superficies esféricas o con forma de cesta. En comparación con los paneles convencionales con un hexágono regular como sección transversal de las celdas, los paneles en correspondencia con las patentes anteriormente mencionadas no presentan un comportamiento anticlástico o solo insignificante, es decir, que se pueden deformar tridimensionalmente de manera óptima. De acuerdo con ambas

patentes anteriormente mencionadas, esto se logra mediante la conformación ondulada de las bandas individuales de las cuales se compone el panel, antes de su ensamblado mediante un procedimiento de laminación, estampado o perfilado a presión, es decir, que en primer lugar se someten a un denominado procedimiento de troquelado, y recién después se unen para obtener una geometría compleja. De esta manera, por ejemplo, un panel de acuerdo con la patente US 3'227'600 A presenta una sección transversal de celdas compleja con una estructura aproximadamente en forma de hoja de arce y que conforma un decágono con 10 lados (bordes). Aún más compleja y costosa para la fabricación resulta la geometría de la solución de acuerdo con la patente US 3'342'666 A.

Otro concepto para la fabricación del panel deformable se conoce a partir de la patente GB 750,610 A. En este caso, también se trata de un método de estampado en el que las tiras o bien, bandas de metal a unir se ondulan mediante estampado, antes de adherir dichas bandas entre sí con pegamento. Las tiras onduladas de manera regular ("tiras corrugadas"), para ser exactos las áreas rectas a unir, en este caso no se colocan unas sobre otras en toda la superficie o bien, de manera enrasada, como es usual en el panel hexagonal, sino que en cada caso se desplazan aproximadamente mitad con mitad de manera regular. De esta manera, solo se utiliza aproximadamente la media superficie disponible como superficie de adherencia. De esta manera, mediante el desplazamiento se obtiene una geometría de celdas muy diferente al hexágono regular, que logra una capacidad de deformación óptima con un efecto anticlástico reducido. Este concepto es más simple que los dos anteriormente mencionados, sin embargo, este no permite la fabricación en el método de expansión. Además, la superficie de adherencia reducida ocasiona una unión más débil (en particular en la dirección de W), principalmente en el caso de las celdas de gran tamaño.

En estas soluciones, la capacidad de deformación deseada se logra mediante el hecho de que entre los puntos de unión por adherencia de material de las bandas individuales previamente perfiladas (en inglés "ribbon") del panel, existe una longitud de material deformable. Sin embargo, resulta una desventaja, por una parte, en particular el procedimiento de fabricación relativamente costoso y, por otra parte, la densidad relativamente reducida de la unión en relación con la longitud de las bandas individuales, lo cual perjudica la resistencia a la presión, al empuje y al cizallamiento. En el caso del procedimiento de fabricación resulta una desventaja principalmente que las tiras o bien, las bandas individuales deban ser conformadas previamente mediante un procedimiento de estampado, y que no se pueda realizar solamente un procedimiento de expansión.

Otra solución conocida la representan los paneles deformables comercializados con los nombres de las marcas FLEX-CORE® y DOUBLE-FLEX® de la empresa HEXCEL Corp. El panel del tipo FLEX-CORE® se muestra de manera esquemática en la FIGURA 8(F). También en el caso de este panel, la sección transversal de las celdas presenta una forma aproximada a la hoja de arce. El método de fabricación resulta muy costoso, de manera similar que en US 3'342'666A o US 3'227'600A. El panel del tipo DOUBLE-FLEX® presenta un diseño similar a las estructuras de panel previamente conocidas a partir de la patente US N.º 3'340'023 A.

Los tipos de paneles por último mencionados presentan un diseño conforme a la clase, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, y son el punto de partida de la invención. De acuerdo con la patente US2973294A, se conoce una construcción de panel que tiene por objeto obtener paneles con una forma hexagonal lo más ideal posible, que decrece en su tamaño desde afuera hacia adentro. Otra estructura de panel deformable se conoce previamente de la patente WO 94/17993. En este caso, mediante una estructura escalonada compleja dentro de las paredes de las celdas del panel, se logra una estructura especialmente sinclástica, es decir, que se puede deformar tridimensionalmente de manera óptima. Sin embargo, el procedimiento de fabricación requerido para ello es aún más costoso que los procedimientos de fabricación de acuerdo con las patentes US 3'342'666A, US 3'227'600A o US 3'340'023A.

#### Objetivo de la presente Invención

Por lo tanto, un primer objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un panel con características mejoradas que se pueda fabricar de una manera relativamente simple, en particular en un procedimiento que sea solo de expansión. Un objetivo extenso consiste en recomendar un panel que, a pesar de su capacidad de deformación espacial óptima, en particular sus características sinclásticas óptimas, satisface las grandes exigencias en relación con la resistencia. Por otra parte, se recomienda un procedimiento de fabricación especialmente simple para un panel sinclástico.

#### Descripción general de la Invención

Un panel conforme a la clase para componentes ligeros, en particular un panel deformable para componentes ligeros con superficie curvada, comprende bandas alargadas de un material en forma de hoja o lámina con un sentido longitudinal (L). Las bandas se encuentran enfrentadas de manera plana en el sentido transversal (W) de manera transversal con respecto al sentido longitudinal. Entre dos bandas enfrentada se prevé una pluralidad de áreas de conexión, en particular tiras adhesivas que unen las bandas entre sí por adherencia de material, por secciones en el sentido transversal (W) y preferentemente de manera continua en el sentido del grosor del panel (T). Las bandas se encuentran dispuestas con distancias regulares a lo largo del sentido longitudinal de una banda, con una distancia entre centros periódica e idéntica entre todas las áreas de conexión. El panel comprende celdas en forma de panel que conforman cavidades entre las bandas.

Según la invención, la capacidad de deformación deseada del panel se puede lograr mediante un desplazamiento

perceptiblemente excéntrico o bien, con una medida predeterminada, de dos hileras consecutivas de áreas de conexión, es decir, entre las hojas o bien, las bandas de dos hileras de celdas sucesivas entre sí. En este caso, el desplazamiento predeterminado se observa en el sentido longitudinal y en relación con la distancia entre centros periódica o bien, la mediatriz de las áreas de conexión.

5 Una geometría correspondiente se debe encontrar, al menos, en áreas parciales del panel, preferentemente en una fracción predominante de la superficie.

10 Según la invención, en el caso de un panel según el preámbulo de la reivindicación 1, esto se logra en particular mediante el hecho de que, en relación con tres bandas consecutivas entre sí, un desplazamiento predeterminado de las áreas de conexión entre la primera y la segunda banda con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera banda, en una dirección del sentido longitudinal es notablemente menor que en la otra dirección, es decir, la segunda dirección del sentido longitudinal. De esta manera, se logra que, al menos, una parte de las celdas en el estado en que el panel se encuentra expandido, al menos, parcialmente en el sentido transversal y aún no se encuentra curvado, en la sección transversal (observada en el plano principal o bien, en el plano L/W) presente una forma con, al menos, un lado más largo (es decir, de un lado o borde) y preferentemente, al menos, un lado más corto. En este caso, el lado más largo de la forma de la sección transversal corresponde al desplazamiento mayor, y el lado más corto, al desplazamiento menor. La medida del lado más corto en el sentido de la banda, puede ser ínfima o bien, tender a cero, sin embargo, en las formas de realización preferidas existe una medida mínima predeterminada.

20 En el caso de un desplazamiento ínfimo predeterminado en una dirección, la forma de la sección transversal presenta ya sea solo cuatro o solo cinco lados reconocibles como tales, sin embargo, se prefieren las formas de realización con seis lados. La forma que resulta en la sección transversal puede estar diseñada en particular a modo de un polígono irregular y/o como una forma asimétrica con respecto al plano T/W. La forma de la sección transversal puede corresponder aproximadamente a un polígono.

25 En correspondencia con el desplazamiento predeterminado, al menos, en un lado más largo, es decir, al menos en un puente de panel de cada celda, se encuentra a disposición una longitud determinada de material que se encuentra relativamente sin tensión en el sentido de L y/o de W, y se puede estirar o bien, comprimir de manera controlada. De esta manera, respectivamente en esta área de las celdas del panel se puede realizar una deformación prácticamente sin tensión. Esto se puede lograr con tan solo una prolongación en el desplazamiento de las áreas de conexión dispuestas de manera alternada, es decir, sin que el tamaño total de las celdas individuales sea notablemente mayor que en el caso de los paneles conocidos. El lado más corto puede contribuir también a la capacidad de deformación, sin embargo, en este caso no se requiere obligatoriamente.

30 Como resultado, la estructura de panel según la invención presenta en conjunto características sinclásticas óptimas y una estabilidad elevada. Además, los paneles con la irregularidad realizada según la invención con la forma de polígono, poseen una tendencia sorprendentemente reducida a romperse, también en el caso de radios de curvatura estrechos o bien, círculos osculadores reducidos (en inglés "osculating circle"). Además, se puede garantizar una posición de los puentes del panel en ángulo recto en su mayor parte, con respecto a las capas superficiales adyacentes.

35 En la práctica, se prefiere la fabricación en el procedimiento que consiste solo en la expansión, es decir, una fabricación sin un procedimiento de estampado previo. En el procesamiento de expansión se puede lograr la estructura de panel según la invención con costes relativamente reducidos, al depositar el material en forma de hoja o lámina antes de la compresión y de la expansión. En este caso, el apilamiento o bien, el depósito de las hojas o bien, los pliegos a proveer de medios de conexión, por ejemplo, impresos con líneas adhesivas, se realiza de manera que el desplazamiento de las áreas de conexión de las hojas o bien, los pliegos apilados de manera sucesiva, no se disponga de manera centrada, sino que difiera geométricamente de la mediatriz con un valor establecido, predeterminado. En este caso, mediatriz se refiere a la mediatriz de los puntos medios de áreas de conexión adyacentes de la misma hoja antes de la expansión. De esta manera, en el caso de las uniones por adherencia, en la pila depositada ya se obtiene un desplazamiento previamente definido de las áreas de conexión que se realiza de manera asimétrica de una hoja a otra o bien, de un pliego a otro, es decir, que en una dirección existe un desplazamiento menor que en la otra dirección.

40 Se ha demostrado que la medida prevista del desplazamiento, independientemente del estado de expansión del panel, se debe entender como la distancia medida respectivamente a lo largo de la extensión de la banda adyacente o bien, a unir, de la proyección sobre esta banda, es decir, que siempre se debe observar en el sentido de extensión.

45 La banda se puede extender eventualmente de manera no lineal. Además, como forma de polígono también se entienden aquellas formas angulares en las que los lados o bien, los bordes no se extienden en línea recta. Además, el término "banda" (en inglés "ribbon") en la presente se refiere en general a cualquier clase de tira prolongada, delgada y relativamente estrecha. En particular, el término banda no comprende exclusivamente productos en forma de tira que se obtienen como placas de panel individuales en el procedimiento de expansión mediante la separación o bien, el corte de un bloque expandido que ha sido conformado con hojas en forma de láminas apiladas. En la

presente, también se consideran bandas aquellas tiras previamente perfiladas en el procedimiento de estampado, que se unen individualmente para obtener un panel.

5 De todas maneras, convencionalmente en un panel fabricado, cada banda presenta una medida de un múltiplo en el sentido longitudinal, generalmente un mínimo de, al menos, una orden de magnitud mayor que su ancho (en el sentido del grosor del panel), el cual convencionalmente es varias veces mayor, generalmente un mínimo de, al menos, una orden de magnitud, que el grosor o bien, el espesor de la banda (en el sentido transversal del panel). En la presente, los términos hoja o bien, hojas (en inglés "sheet" o "sheets") se refieren a una pieza o bien, a piezas de un material de paredes delgadas en relación con las medidas de la superficie, por ejemplo, material en forma de papel o lámina que convencionalmente se encuentra recortado con un formato predeterminado (con o sin una magnitud normalizada).

15 En una forma de realización se prevé que cada desplazamiento excéntrico sea siempre respectivamente menor en la primera dirección. En la práctica, esta realización demuestra una capacidad de deformación especialmente óptima. De manera alternativa, se puede prever un desplazamiento excéntrico, respectivamente en la primera dirección y en la segunda dirección, de manera alternada o bien, alternando la dirección. La realización presenta valores de resistencia óptimos.

20 Preferentemente, el desplazamiento excéntrico previamente definido se repite de manera alternada e intermitente, es decir, que las áreas de conexión que no se encuentran desplazadas una con respecto a la otra y que técnicamente se encuentran a la misma altura en el sentido longitudinal, se encuentran en el panel. Preferentemente, en este caso cada segundo grupo de áreas de conexión se encuentra dispuesto sin desplazar, es decir, que las áreas de conexión en relación con cuatro bandas consecutivas entre sí en el sentido transversal (W), se encuentran dispuestas sin desplazar respectivamente entre la primera y la segunda banda, así como entre la tercera y la cuarta banda. De esta manera, se puede realizar de una manera más simple una capacidad de deformación óptima con valores de resistencia óptimos.

30 Debido a la capacidad de deformación óptima, también resulta importante una conformación en la que las áreas de conexión desplazadas y no desplazadas se encuentren dispuestas siempre consecutivas entre sí, de manera alternada o bien, de manera cíclica. En este caso, en cualquier sucesión de cuatro bandas solo se desplazan de manera excéntrica las áreas de conexión entre la primera y la segunda banda con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera banda. Sin embargo, el panel se puede conformar también sin áreas de conexión sin desplazar, es decir, exclusivamente y de manera continuada con un desplazamiento excéntrico, en donde las áreas de conexión consecutivas entre sí en el sentido transversal siempre se encuentran desplazadas de forma excéntrica unas con respecto a otras. En la práctica, esta realización especialmente simple demuestra una capacidad de deformación óptima, al menos, alrededor de un eje.

40 En formas de realización preferidas, el desplazamiento asimétrico o bien, excéntrico se prevé con una regularidad y una frecuencia suficiente tal que, al menos, una fracción principal del panel en la sección transversal en el plano  $L/W$ , presenta una forma con, al menos, un lado corto y uno largo, por ejemplo, a modo de un polígono irregular.

45 Una capacidad de deformación óptima se puede lograr cuando la relación del desplazamiento menor con el desplazamiento mayor es  $\leq 0,45$ , en particular  $\leq 0,4$ . Una capacidad de deformación óptima se puede lograr también cuando la relación del desplazamiento menor con la distancia entre centros entre las áreas de conexión, es  $\leq 2/5$ , en particular  $\leq 1/3$ , en donde las áreas de conexión se encuentran convencionalmente distanciadas de manera periódica en relación con una banda.

50 En el caso de geometrías de paneles ventajosas, el ancho de las áreas de conexión en relación con la distancia entre centros regular entre las áreas de conexión, es de, al menos,  $1/8$  y como máximo  $1/3$ , frecuentemente se prefiere, al menos,  $1/6$  y como máximo  $1/4$ . En particular, en el caso de esta clase de medidas y en el caso de las áreas de conexión en forma de tiras que se extienden en el sentido del grosor del panel, resulta ventajoso cuando el desplazamiento menor es mayor o, al menos, presenta el mismo tamaño que el ancho de las áreas de conexión. En este caso, las áreas de conexión definen el lado con la menor medida del polígono irregular. Sin embargo, los lados correspondientes al desplazamiento menor también pueden presentar una medida menor que las áreas de conexión.

55 Las pruebas prácticas demuestran que una longitud mínima apropiada del lado más corto correspondiente al desplazamiento menor, se logra en la sección transversal irregular del polígono de las celdas del panel, cuando el desplazamiento menor es mayor, al menos, en un factor de 1,5 que el ancho de las áreas de conexión. Dado que una capacidad de deformación óptima se logra en particular mediante el lado más largo en comparación, en la sección transversal irregular del polígono, en el caso de la disposición anteriormente mencionada resulta ventajoso cuando la relación del desplazamiento mayor con el ancho de las áreas de conexión se selecciona de manera tal que dicha relación sea  $\geq 2$  y  $\leq 4$ . Preferentemente, la relación por último mencionada debería ser  $\geq 2,25$  y  $\leq 3,75$ .

65 Resulta particularmente ventajosa también una geometría en la que la sección transversal en la forma de polígono irregular presenta en total, al menos, cinco, preferentemente exactamente seis lados (o bien bordes), es decir, seis ángulos, pero que esencialmente presente una forma de copa, por ejemplo, una forma aproximada a una copa alta

de champán. Por lo tanto, resulta ventajoso cuando la sección transversal irregular del polígono presenta respectivamente dos lados más largos en correspondencia con el desplazamiento mayor y respectivamente dos lados más cortos en correspondencia con el desplazamiento menor. Por consiguiente, los dos lados restantes del hexágono corresponden respectivamente al ancho de las áreas de conexión adyacentes o bien, de las tiras adhesivas. El ancho de las áreas de conexión puede corresponder aproximadamente a la medida del lado más corto, lo cual es simplificado por las relaciones geométricas.

En particular, en el caso de la forma de realización por último mencionada, resulta ventajoso cuando la distancia medida en el sentido transversal entre dos hileras aproximadamente paralelas de áreas de conexión consecutivas entre sí, es al menos ligeramente menor que la medida del desplazamiento menor en el sentido longitudinal. Esto se puede lograr mediante una expansión apropiada, en la que se debe evitar una sobreexpansión.

Presentan una capacidad de deformación especialmente óptima aquellas geometrías en las que el lado más largo se extiende de manera perceptiblemente curvada, en particular en forma de tangente o bien, con una forma de curva en S.

Una forma de realización en la que el desplazamiento diferente según la invención se repite de manera regular en el panel, preferentemente en el sentido longitudinal y en el sentido transversal, no se requiere obligatoriamente para la capacidad de deformación, sin embargo, favorece a dicha capacidad y también a una isotropía en lo posible elevada. Resulta particularmente ventajosa una forma de realización en la que las áreas de conexión, en relación con bandas consecutivas entre sí en el sentido transversal, se encuentran dispuestas a la misma altura observadas en el sentido longitudinal, respectivamente entre la primera y la segunda banda, así como entre la tercera y la cuarta banda. En otras palabras, el desplazamiento asimétrico se encuentra dispuesto preferentemente de manera alternada e intermitente, de modo tal que en el sentido transversal o bien, en el sentido de la altura de la pila, las áreas de conexión se encuentren superpuestas a la misma altura en el sentido longitudinal, respectivamente cada dos hojas o bien, pliegos.

En particular, en el caso de la forma de realización por último mencionada, se logra una fabricación simple mediante la previsión de un desplazamiento simple respectivamente en la misma dirección del sentido longitudinal. Sin embargo, se puede prever esencialmente un desplazamiento doble (es decir, un desplazamiento alternado en una y en otra dirección). El desplazamiento puede variar en valor y secuencia, sin embargo, se repite preferentemente de manera cíclica. Sin embargo, en el caso de un desplazamiento simple se logra en gran medida que todos los paneles presenten una forma a modo de un polígono irregular en la sección transversal en el plano principal, en particular una sección transversal en forma de copa.

La configuración de panel recomendada y su procedimiento de fabricación resulta apropiada no exclusivamente pero sí especialmente para el uso de bandas de material de fibras en forma de papel o bandas de láminas metálicas. Como material de fibras se puede utilizar en particular un papel con base de fibra de vidrio o fibra de aramida, tela o material en lámina, que eventualmente se encuentra previamente impregnado con resina y/o que se impregna posteriormente, y que mediante el secado se puede obtener un material plástico compuesto de fibras (FVK). De manera alternativa a o en combinación con el material plástico compuesto de fibras, también se pueden utilizar materiales en forma de lámina de un termoplástico técnico y/o un plástico termoestable. Como lámina metálica para la preparación de las bandas, se considera en particular la lámina de aluminio, debido a su óptima relación de peso y resistencia. En los paneles según la invención, también se pueden utilizar las láminas de acero inoxidable o cobre en el caso de requisitos especiales, por ejemplo, para la estabilidad o la conductividad química.

En la presente invención se utiliza también un material de lámina homogéneo o heterogéneo con múltiples capas, por ejemplo, laminados conformados por diferentes láminas metálicas y/o plásticas. De esta manera, las áreas de conexión se pueden generar mediante adhesión con pegamento, soldadura directa o indirecta y similar.

Para no perjudicar la capacidad de deformación de manera desfavorable, en el caso de los paneles de compuesto de fibras resulta particularmente favorable seleccionar las relaciones geométricas de modo tal que el grosor del panel sea cuantitativamente menor que el séxtuple, preferentemente menor que el cuádruple de la medida del lado más largo en el sentido longitudinal. Sin embargo, dependiendo del material y del procedimiento de fabricación, también se pueden realizar grosores de panel de mayor tamaño, por ejemplo, con bandas de un material que resulte apropiado para la deformación térmica. La deformación deseada se puede realizar mediante una acción térmica, en particular en el caso de grosores de panel de mayor tamaño.

En el sentido de la capacidad de deformación geométrica, también resulta ventajoso cuando el desplazamiento menor es cuantitativamente mayor en un múltiplo, en particular, al menos, diez veces más que el material más grueso utilizado para las bandas del panel. La invención se refiere también a un componente sándwich según la reivindicación 13, es decir, con al menos una capa superficial y un panel de acuerdo con una de las formas de realización anteriormente mencionadas como núcleo del sándwich. Después de la deformación del panel se puede realizar un endurecimiento junto con la capa superficial, de manera que se puede fabricar un componente sándwich estable con la forma tridimensional curvada de forma compleja o bien, las superficies curvadas. Naturalmente, el panel según la invención también se puede utilizar para la fabricación de componentes planos o bien, no curvados

por secciones o en su totalidad.

La invención se refiere además a un bloque de panal según la reivindicación 14, como producto intermedio para la fabricación de un panal según la invención, en el procedimiento de expansión. Según la invención, el bloque de panal también se caracteriza por el desplazamiento excéntrico predeterminado de las áreas de conexión.

Finalmente, la invención se refiere también a un procedimiento de fabricación particularmente simple para el panal, en particular el panal deformable, según la reivindicación 15.

El procedimiento comprende, en primer lugar, el depósito en forma de pila de hojas conformadas por material en forma de hoja o lámina. En este caso, las hojas se apilan unas sobre otras de manera plana en un sentido transversal, de manera transversal con respecto a un sentido longitudinal de las hojas. A continuación, de una manera de por sí conocida, se realiza una unión por adherencia de material de las hojas en el sentido transversal para obtener un producto continuo ("bloque sin expandir"). Para ello, se pueden endurecer parcialmente o por completo, por ejemplo, tiras adhesivas mediante calor y/o presión. Independientemente de la clase de unión por adherencia de material, se prevé una pluralidad de áreas de conexión que unen las hojas entre sí por adherencia de material, por secciones en el sentido transversal, y que se encuentran dispuestas con distancias regulares, es decir, con una distancia entre centros periódica e idéntica entre todas las áreas de conexión a lo largo del sentido longitudinal de una hoja. Convencionalmente, las áreas de conexión están diseñadas como tiras adhesivas estampadas de un solo lado, antes del depósito en forma de pila sobre las hojas.

A continuación, según el material utilizado, se realiza ya sea la expansión del bloque completo y después la separación del bloque en panales individuales, o la separación en placas individuales y a continuación una expansión de las placas individuales para obtener panales.

La expansión del bloque se realiza siempre, al menos, con un componente principal en el sentido transversal con el fin de conformar celdas en forma de panal con cavidades entre las hojas o bien, las bandas. La separación del bloque en varios panales individuales o bien, placas, se realiza convencionalmente cortando esencialmente a lo largo de los planos de corte paralelos al plano L-W.

Un panal deformable en el sentido de la invención se fabrica de una manera especialmente simple, de manera que durante el depósito se tiene en cuenta que, en relación con tres hojas consecutivas entre sí, un desplazamiento de las áreas de conexión entre la primera y la segunda hoja con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera hoja, en una dirección del sentido longitudinal sea notablemente menor que en la otra dirección del sentido longitudinal.

Esencialmente, un desplazamiento de esta clase también se puede lograr mediante un procedimiento combinado de estampado y expansión. Sin embargo, resulta particularmente simple la fabricación cuando las hojas o bandas se apilan sin perfilar o bien, sin un estampado previo, es decir, que el panal se fabrica en un procedimiento que consiste solo en la expansión.

En relación con la unión por adherencia de material, además de la adherencia con pegamento, se considera toda otra clase de adherencia de material, por ejemplo, una soldadura directa o una soldadura indirecta de hoja por hoja están comprendidas por la invención. La clase ideal de unión por adherencia de material mediante pegamento o soldadura se selecciona dependiendo del material de la hoja, de esta manera, por ejemplo, en el caso de las láminas metálicas, se considera una unión de las hojas por adherencia de material mediante soldadura por difusión, para obtener, por ejemplo, una estructura de panal monolítica. En el caso del material plástico compuesto de fibras y de los plásticos termoestables se prefiere una adherencia con pegamento, y en el caso de los termoplásticos, una adherencia con pegamento y/o una unión por soldadura.

El panal según la invención resulta apropiado especialmente para componentes ligeros, en particular como panal deformable para componentes ligeros con una superficie curvada tridimensionalmente.

Otros casos de aplicación están comprendidos también por la invención, por ejemplo, en dispositivos de filtrado en los que se desea una superficie activa de gran tamaño y una capacidad de deformación óptima de la estructura que presenta la superficie.

Otro ejemplo de aplicación son los denominados absorbedores de impactos, en particular componentes conformados tridimensionales para la absorción de energía cinética o bien, mecánica (en inglés "3D crash absorber"), elementos deformables para la absorción de impactos, amortiguadores de impactos y similares.

Breve descripción de las figuras

Otros detalles, características y ventajas de la invención se deducen de la siguiente descripción detallada de los ejemplos de realización preferidos, mediante las figuras incluidas. Estas muestran en representaciones esquemáticas y no realizadas en escala:

FIGURA 1A: una vista superior esquemática de un panel según la invención de un primer ejemplo de realización particularmente preferido;

FIGURA 1B: una zona parcial aumentada de la FIGURA1A;

FIGURA 1C: un esquema de depósito representado esquemáticamente en el procedimiento de fabricación para la fabricación de un panel de acuerdo con las FIGURA1A-1B;

FIGURA 2A: una vista superior esquemáticamente de un panel según la invención, de un segundo ejemplo de realización;

FIGURA 2B: una zona parcial aumentada de la FIGURA2A;

FIGURA 2C: un esquema de depósito representado esquemáticamente para un panel de acuerdo con las FIGURA 2A-2B;

FIGURA 3A: una vista superior esquemática de una variante del segundo ejemplo de realización;

FIGURA 3B: un esquema de depósito representado esquemáticamente para un panel de acuerdo con la FIGURA 3A;

FIGURA 4A: una vista superior esquemática de un panel según la invención, de un tercer ejemplo de realización;

FIGURA 4B: un esquema de depósito representado esquemáticamente para un panel de acuerdo con la FIGURA 4A;

FIGURA 5(a)-(h): un desarrollo de proceso esquemático del procedimiento de fabricación preferido para la fabricación de un panel;

FIGURA 6(a)-(d): instantáneas fotográficas a modo de ejemplo, que ejemplifican el proceso de formación de un panel según la invención de lámina de aluminio durante la expansión en el sentido de W (comp. FIGURA 5(d));

FIGURA 7: una foto de un panel según la invención, de lámina de aluminio con una geometría de acuerdo con la FIGURA 1, estrictamente a modo de ejemplo deformado en tres dimensiones, en este caso de forma aproximadamente esférica;

FIGURA 8(A)-(F): geometrías de paneles previamente conocidas a partir del estado de la técnica: panel hexagonal (A); panel hexagonal reforzado (B); panel hexagonal sobreexpandido (C); panel cuadrado (D); panel hexagonal subexpandido (E) y el panel denominado FLEX-CORE® (F).

Descripción de una forma de realización preferida

Las FIGURA 1A-1B muestran una zona parcial de un panel deformable 120 en una vista superior sobre el plano L-W, es decir, el plano conformado por el sentido de L (sentido longitudinal) y el sentido de W (sentido transversal), que corresponde al plano de la FIGURA 1A.

El panel está compuesto por una pluralidad de bandas alargadas 122 (en inglés "ribbons") que observadas de manera aproximada se extienden en el sentido de L y se enfrentan a la superficie principal que se extiende en el sentido de L y en el sentido de T (grosor de panel, es decir, perpendicular a la FIGURA 1A-1B).

En el sentido de W, una pluralidad de tiras adhesivas 123 previstas entre dos bandas enfrentadas 122, unen respectivamente las bandas 122 a una estructura continua en forma de panel que conforma el panel 120. Como se explica en detalle más adelante, las cintas adhesivas 123 en forma de tiras, dispuestas de manera continua en el sentido de T, unen respectivamente las bandas adyacentes 122 entre sí por secciones. Para ello, las tiras adhesivas 123 se encuentran dispuestas con distancias regulares a lo largo del sentido de L de una banda 122, es decir, con una distancia entre centros periódica I entre las tiras adhesivas adyacentes 123.

Entre las bandas 122 que se extienden en el sentido de L en forma de serpenteo o bien, de meandro, las celdas en forma de panel 124 conforman las cavidades del panel 120 que permiten el ahorro de peso.

Como se deduce de las FIGURA 1A-1B, en relación con tres bandas consecutivas entre sí, por ejemplo, 122-1, 122-2, 122-3 en la FIGURA 1B, un desplazamiento de las áreas de conexión 123A que unen la primera y la segunda banda 122-1, 122-2, con respecto a las áreas de conexión 123B que unen la segunda y la tercera banda 122-2, 122-3, es notablemente menor en una dirección D1 del sentido de L que en la otra dirección D2. Como muestran las FIGURA 1A-1B, a partir de ello se obtiene una forma de las celdas 124 a modo de un polígono irregular en la sección transversal en el plano L/W. En el ejemplo que se muestra aquí, todas las celdas 124 presentan una forma básica idéntica similar a la proyección vertical de una copa alta de champán. En el diseño de enrejado o bien, de red, el panel 120 se asemeja a un diseño de escamas. En la sección transversal paralela al plano L/W, las celdas 124 presentan puentes del panel que comprenden, al menos, un lado más largo S2 en correspondencia con el desplazamiento mayor y, al menos, un lado más corto S1 en correspondencia con el desplazamiento menor.

En el ejemplo de realización que se muestra aquí, las celdas 124 en la sección transversal, consideradas de forma aislada, se encuentran dispuestas técnicamente con simetría de espejo en el sentido de L y, consideradas desde una hilera hacia la siguiente hilera, se encuentran dispuestas invertidas lateralmente en relación con el sentido de W. De esta manera, el panel 120 presenta en conjunto un diseño regular con paneles 124 que presentan esencialmente la misma proyección horizontal o bien, sección transversal en forma de copa. En este ejemplo, cada celda 124 presenta dos lados cortos S1, dos lados largos S2 y dos lados adicionales S3. En los lados S3 se prevén las tiras adhesivas 123, por lo tanto, los lados S3 presentan la longitud del ancho B de las tiras adhesivas 123 que



corresponde aproximadamente a la medida del lado más corto S1.

Los puentes del panal o bien, los lados largos S2 que existen en esta geometría, se extienden de manera curvada y con forma de tangente, y contribuyen de manera decisiva a la capacidad de deformación del panal 120 gracias a su longitud excesiva. Las FIGURA 1A-1B muestran el panal 120 en un estado nominal expandido por completo en el sentido de W, con lo cual se realiza el máximo ahorro de peso. En este caso, la medida de las celdas 123 en el sentido de W equivale exactamente al doble de la longitud del lado corto S1. Se obtienen características sinclásticas adicionales mejoradas, si los lados cortos S1 no están alineados en el sentido de W, sino que se encuentran doblados ligeramente en forma de ángulo obtuso, es decir, que la proyección horizontal representa un polígono irregular aproximadamente romboidal. Esto se puede lograr mediante una expansión o bien, un ensanchamiento menos pronunciado A sin realizar trabajos adicionales.

En un ejemplo de realización de esta clase, también preferido, el ensanchamiento o bien, la medida de las celdas 123 en el sentido de W es perceptiblemente menor que el doble de la longitud del lado corto S2, es decir, que la distancia de las áreas de conexión consecutivas entre sí 123A, 123B en el sentido de W, es menor que la medida del desplazamiento menor en una dirección D1 del sentido de L.

La FIGURA 1C ejemplifica un esquema de depósito para la fabricación de un panal según la invención, por ejemplo, de acuerdo con las FIGURA 1A-1B. La fabricación se realiza en su mayor parte de una manera de por sí conocida, de acuerdo con el procedimiento de expansión (comp. FIGURA 5) como, por ejemplo, en el caso de un panal hexagonal. Sobre ello, la FIGURA 1C ejemplifica solo la etapa inicial del depósito en forma de pila de hojas individuales 125 de material delgado en forma de hoja o lámina. Sobre las hojas 125 se encuentran estampadas de un solo lado, de una forma conocida, las tiras adhesivas 123 de manera que se extiendan en línea recta con una distancia entre centros periódica I en el sentido de T. Las hojas 125 en la FIGURA 1C se muestran desplazadas en el sentido de T solo para su visualización.

Sin embargo, una diferencia decisiva con el estado de la técnica consiste en el desplazamiento real previsto en el sentido de L, es decir, que en el esquema de depósito de las hojas 125, en relación con tres hojas consecutivas entre sí 125-1, 125-2, 25-3, un desplazamiento predeterminado de las áreas de conexión 123 entre la primera y la segunda hoja 125-1, 125-2, con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera hoja 125-2, 125-3, es notablemente menor en una dirección D1 del sentido de L que en la otra dirección D2. En este caso, la tercera hoja 125-3 se encuentra depositada nuevamente sin desplazamiento de manera exactamente enrasada con la primera hoja 125-1. Para la visualización, en la FIGURA 1C solo se muestran tres hojas 125. Se entiende que en la práctica se apilan y se adhieren una pluralidad de unas diez o cien hojas.

De esta manera, sin realizar otra modificación esencial en el desarrollo del procedimiento probado de acuerdo con el principio de expansión (comp. FIGURA 5) se obtiene un panal 120 con una forma similar a las FIGURA 1A-1B. Como se describe en detalle a continuación, en la invención se considera también un desplazamiento doble (de manera alternada en un sentido y en el otro), solo un desplazamiento previsto por secciones dentro del panal 20, o valores del desplazamiento no uniforme y excéntrico que varían en el sentido de W.

Sin limitación y solo para una mejor visualización, el panal 120 de acuerdo con las FIGURA 1A-1B puede presentar, por ejemplo, los siguientes datos:

Ejemplo 1:

A:	aprox. 4,6mm
B:	3mm
I:	16mm
S1':	5,33mm
S2':	10,66mm

Longitud S1:	aprox. 2,3mm (≈ S1'-B)
Longitud S2:	aprox. 7,6mm (≈ S.2'-B)
T:	5 a 25mm

Material de las hojas/bandas: papel de fibra de aramida (a endurecer después de la deformación), con un grosor de 0,08 mm

Las FIGURA 2A-2B muestran esquemáticamente un segundo ejemplo de realización de un panal deformable 220, también en una zona parcial de la vista superior sobre el plano L/W que corresponde al plano de la FIGURA 2A. Las piezas o características correspondientes o idénticas en comparación con las FIGURA 1A-1B, están provistas de los símbolos de referencia correspondientes. Para evitar repeticiones, solo se explican en detalle las diferencias y las características comunes relevantes.

Como en el caso de las FIGURA 1A-1B, también en las FIGURA 2A-2B cada celda de panal 224 entre las bandas

222 que se extienden de manera serpenteante y aproximada en el sentido de L, presenta respectivamente una forma de la sección transversal asimétrica con respecto al plano T/W, en el plano L/W. Sin embargo, las celdas de panal 224 en las FIGURA 2A- 2B presentan dos formas básicas diferentes 224A, 224B que se repiten de manera regular sobre la superficie. Una forma básica 224A se repite en el sentido de W respectivamente de manera invertida lateralmente con respecto al plano L/T, sin embargo, la otra forma básica 224B con respecto al plano T/W.

Estas formas básicas 224A, 224B de las celdas de panal 224 se deducen del esquema de depósito de acuerdo con la FIGURA 2C. En este caso, se prevé respectivamente un desplazamiento excéntrico predeterminado, de manera alternada o bien, discontinuada respectivamente en la primera dirección D1 y después en la segunda dirección D2 y de manera inversa. En correspondencia con ello, en cualquier sucesión de bandas, las áreas de conexión o bien, las líneas adhesivas 223 entre la primera banda 222-1 y la segunda banda 222-2 con respecto a las áreas de conexión entre la segunda banda 222-2 y la tercera banda 222-3 se encuentran desplazadas en una dirección D1 o D2, sin embargo, las áreas de conexión 223 entre la segunda banda 222-2 y la tercera banda 222-3 se encuentran desplazadas en la dirección D2 o D1 opuesta, con respecto a las áreas de conexión 223 entre la tercera banda 222-3 y la cuarta banda 222-4. Además, el desplazamiento excéntrico predefinido se repite de manera alternada e intermitente, es decir, que las áreas de conexión 223, en relación con cuatro bandas consecutivas entre sí 222-1...222-4 en el sentido transversal (W), se encuentran dispuestas sin desplazar respectivamente entre la primera y la segunda banda 222-1, 222-2, así como entre la tercera y la cuarta banda 222-3, 222-4, es decir, esencialmente a la misma altura en el sentido de L. Las áreas de conexión 223 también en este caso conforman el tercer lado S3 que puede estar dispuesto eventualmente de manera inclinada con respecto al sentido de L (como se muestra en las FIGURA 2A-2B).

Mediante un desplazamiento mayor apropiado S2' en comparación con el desplazamiento menor S1', también en esta disposición, se obtienen lados más largos S2 como puentes del panal que, para una mejor visualización en las FIGURA 2A-2B se representan con un desarrollo más curvado en comparación con la realización práctica. Los lados más cortos S1, en la forma de realización de acuerdo con las FIGURA 2A-2B también pueden presentar una medida en el sentido del desarrollo de las bandas 222 menor al 40%, por ejemplo, alrededor del 25% de la medida correspondiente de los lados más largos S2. En este caso, el desplazamiento menor S1' se prevé de manera alternada en la primera dirección D1 y después en la segunda dirección D2, y de manera inversa.

La FIGURA 2C muestra el esquema de depósito para la forma de realización de acuerdo con las FIGURA 2A-2B. En este caso, en la sucesión de las hojas 225-1...225-4 partiendo de una hoja 225-1, la siguiente hoja 225-2 se deposita con el desplazamiento menor S1' en una dirección D1, la hoja subsiguiente 225-3 se deposita sin desplazar con respecto a la primera hoja, y finalmente la siguiente tercera hoja 225-4 se deposita de manera desplazada con el mismo desplazamiento S1' aunque en la otra dirección D2. Con este esquema de depósito se obtienen las formas básicas de los panales 224 de las FIGURA 2A-2B después de una expansión parcial o completa, en tanto que la relación del desplazamiento menor S1' con respecto al ancho B de las áreas de conexión sea perceptiblemente mayor a 1. Dicha relación se encuentra preferentemente en el rango de:  $1,5 \leq S1'/B \leq 2,5$  y preferentemente se aproxima a 2. La medición del desplazamiento mayor S2' en el sentido del desarrollo corresponde a la diferencia entre la medida de la distancia entre centros I y la medida del desplazamiento menor S1', de lo cual resultan las relaciones correspondientes entre las magnitudes B, I, S1' y S2'. En la realización preferida, la distancia entre centros I es un múltiplo integral del ancho B, preferentemente, al menos, el cuádruple.

Sin limitación y solo para una mejor visualización, el panal 220 de acuerdo con las FIGURA 2A-2B puede presentar, por ejemplo, los siguientes datos:

Ejemplo 2:

A:	3mm
B:	3mm
I:	12mm
S1':	5,33mm
S2':	10,66mm
Longitud S1:	aprox. 2,3mm ( $\approx S1'-B$ )
Longitud S2:	aprox. 7,6mm ( $\approx S.2'-B$ )

Material de las hojas/bandas: papel de fibra de aramida (a endurecer después de la deformación), con un grosor de 0,08 mm

Las FIGURA 3A-3B muestran una modificación o bien, un caso especial de la forma de realización de acuerdo con las FIGURA 2A-2B también con un desplazamiento S1' o S2' alternado, intermitente y que varía su dirección. La forma característica de este panal 320 de acuerdo con las FIGURA 3A-3B se logra mediante el hecho de que la longitud del lado más corto S1 es ínfima o bien, tiende técnicamente a cero, como se muestra en la FIGURA 3B. Esto se logra cuando, por ejemplo, en el esquema de depósito (FIGURA 3B) o en el proceso de soldadura, el desplazamiento menor S1' hasta una tolerancia inevitable, corresponde exactamente al ancho B de las áreas de

conexión 323, por ejemplo, tiras adhesivas o costuras de soldadura. A continuación, el desplazamiento mayor  $S_2'$  corresponde exactamente a la distancia entre centros regular o bien, al intervalo  $l$  de las áreas de conexión 323. En el caso de una expansión completa, en particular en el caso de láminas metálicas como, por ejemplo, láminas de aluminio, como material para las bandas 322, los panales 324 presentan una forma básica rectangular idéntica esencialmente de manera continua, en el plano  $L/W$ . Tres panales que limitan entre sí 324 conforman en este caso respectivamente hexágonos regulares (en grupo de tres con tres formas básicas que rotan respectivamente  $120^\circ$  alrededor del eje de  $T$ ), como se observa a partir de FIGURA 3A. De manera diferente que en las FIGURA 1A-2A, en la FIGURA 3A la fracción principal o bien, todos los panales 324 en la sección transversal en el plano  $L/W$ , presentan una forma a modo de un polígono, en este caso aproximada a un rectángulo regular o bien, a un rombo (en el caso de  $S_2'-B=B$ ) o de un paralelogramo (en el caso de  $S_2'-B \neq B$ ). Sin embargo, la forma básica esencialmente idéntica dentro del panel 320 es diferente al estado de la técnica (FIGURA 8), en la FIGURA 3A con una fracción de  $2/3$ , en gran medida no se encuentra dispuesta de manera simétrica con respecto al plano  $T/W$ . La forma de realización de acuerdo con las FIGURA 3A-3B muestra valores de resistencia óptimos.

Las FIGURA 4A-4B muestran finalmente otra modificación de la invención. En el caso del panel 420, las bandas 422 se extienden de una forma aproximadamente ondulada y ligeramente inclinada con respecto al sentido de  $L$ , como muestra la FIGURA 4A. Esto se logra con un esquema de depósito de acuerdo con la FIGURA 4B, en el que las áreas de conexión 423 consecutivas entre sí en el sentido de  $W$ , siempre se encuentran desplazadas en relación recíproca y en la misma dirección, por ejemplo,  $D_2$ . En este caso, el desplazamiento menor  $S_1'$  se selecciona preferentemente de manera que  $S_1'$  sea un submúltiplo de la distancia entre centros  $l$ . De esta manera, de acuerdo con una secuencia de  $N=B/S_1'$  hojas 425-1...425-3, la siguiente hoja 425-4 se puede depositar nuevamente de forma paralela a la hoja inicial, para reducir la cantidad necesaria de material y para facilitar el depósito. La FIGURA 4B muestra un esquema de depósito correspondiente con  $B/S_1'=3$ .

La forma básica ondulada de los panales 424 en la FIGURA 4A presenta una repetición regular e idéntica de manera continua, respectivamente con dos lados cortos, aproximadamente rectos,  $S_1$  en correspondencia con el desplazamiento menor  $S_1'$ , dos lados más largos ampliamente curvados  $S_2$  en correspondencia con el desplazamiento mayor  $S_2'$ , y los terceros lados aproximadamente en línea recta  $S_3$  en correspondencia con el ancho  $B$  de las áreas de conexión 423.

El panel 420 de la forma de realización de acuerdo con las FIGURA 4A-4B se puede deformar de manera apropiada para muchas aplicaciones con un comportamiento anticlástico relativamente reducido y, ante un dimensionamiento y una selección de material comparables, presenta valores de resistencia a la presión y al empuje convencionalmente mejores que, por ejemplo, el panel de acuerdo con la FIGURA 1A.

La FIGURA 5 ejemplifica las diferentes etapas del procedimiento de expansión preferido para la fabricación de panales. En la etapa (a) se proporciona un rollo con material en forma de hoja o lámina, sobre el cual en la etapa (b) se estampan líneas adhesivas o bien, tiras adhesivas paralelas, con distancias regulares o bien, periódicas, de manera perpendicular sobre todo el ancho. En la etapa (c), del rollo se recortan hojas con un formato idéntico, se depositan unas sobre otras de una manera predeterminada y, a continuación, la pila de hojas depositada de acuerdo con el esquema de depósito deseado, se procesa mediante el endurecimiento parcial o total de las tiras adhesivas, por ejemplo, mediante la acción de la presión y/o de la temperatura en una prensa, para obtener un bloque continuo. En lugar de una adherencia con pegamento, según el material, en las etapas (b) y (c) las áreas de conexión se pueden realizar, por ejemplo, mediante soldadura de acuerdo con un esquema apropiado. En la etapa (d) se realiza la expansión de una manera de por sí conocida en el sentido de  $W$ , de manera que se obtenga un bloque de panel 530 con celdas de panel (la FIGURA 5 muestra la forma hexagonal conocida). El bloque expandido se estabiliza a continuación, por ejemplo, mediante la acción de la temperatura en un horno.

A continuación, el bloque se impregna de manera uniforme con resina sintética en la etapa o las etapas (opcionales). En la etapa (f) (opcional) sigue un endurecimiento parcial o total de la resina mediante medios apropiados, para obtener, por ejemplo, un material plástico compuesto de fibras. A continuación, el bloque estable de forma en relación con la forma del panel, en la etapa (g) se divide o bien, se separa en placas de panel individuales con un dispositivo de corte o de aserrado mediante la separación en el plano  $L/W$ . A continuación, en la etapa (h) se proporciona el panel 520 con la geometría deseada.

Las geometrías de panales según la invención se pueden realizar de una forma especialmente más simple mediante la realización de un desplazamiento excéntrico predeterminado de las áreas de conexión en la etapa (c) de acuerdo con un esquema apropiado, en el caso de las uniones por adherencia, por ejemplo, un esquema de depósito de acuerdo con las FIGURA s FIGURA 1C, FIGURA 2C, FIGURA 3B o FIGURA 4B o, por ejemplo, de acuerdo con un diseño congruente de costuras de soldadura. Por lo demás, no se requieren adaptaciones costosas del procedimiento de expansión probado.

Las FIGURA 6(a)-(d) muestran diferentes etapas de expansión durante la expansión de los panales en el sentido de  $W$ . En este caso, se observan los lados de diferentes longitudes de la geometría de panel de una celda y el desarrollo de la geometría de panel hasta alcanzar una geometría de acuerdo con la FIGURA 1(a), mediante fotos de un prototipo.

La FIGURA 7 muestra estrictamente a modo de ejemplo y sin limitar la invención, una posible conformación con panal de lámina metálica, por ejemplo, lámina de aluminio, que al comienzo o en el estado inicial presenta la geometría de acuerdo con la FIGURA 1(a).

5

Lista de símbolos de referencia

FIGURA 1-4:

- 10 A Ensanchamiento
- B Ancho de tira adhesiva
- I Distancia entre centros
- L Sentido de L (sentido longitudinal)
- S1, S2, S3 Lados o puentes de panal
- 15 S1' Desplazamiento menor
- S2' Desplazamiento mayor
- D1, D2 Primera o segunda dirección
- T Sentido de T (grosor o espesor de panal)
- W Sentido de W (sentido transversal)

20 FIGURA 1A-1C:

- 120 Panal deformable
- 122 Banda
- 122-1, 122-2, 122-3 Sucesión de bandas
- 25 123 Tira adhesiva
- 124 Celda de panal
- 125 Hoja
- 125-1, 125-2, 125-3 Sucesión de hojas

30 FIGURA 2A-2C:

- 220 Panal deformable
- 222 Banda
- 222-1...222-4 Sucesión de bandas
- 223 Tira adhesiva
- 224 Celda de panal
- 35 224A, 224B Formas básicas
- 225 Hoja
- 225-1...225-4 Sucesión de hojas

40 FIGURA 3A-3B:

- 320 Panal
- 322 Banda
- 323 Costuras de soldadura / tiras adhesivas
- 324 Celda de panal
- 325 Hoja
- 45 325-1...325-4 Sucesión de hojas

FIGURA 4A-4B:

- 420 Panal
- 422 Banda
- 50 422-1...422-4 Sucesión de bandas
- 423 Tira adhesiva
- 424 Celda de panal
- 425 Hoja
- 55 425-1...425-4 Sucesión de hojas

FIGURA 5:

- (a) hasta (h): Etapas del proceso
- 520 Panal
- 530 Bloque de panal

60

FIGURA 6 (a) hasta (d): Instantáneas de diferentes etapas de expansión

FIGURA 7: Geometría tridimensional de un panal a modo de ejemplo (foto)

65

FIGURA 8

(A) hasta (F): Geometrías de panales previamente conocidas

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Panal (120...420) para componentes ligeros, en particular panel deformable, por ejemplo, para componentes ligeros con una superficie curvada, que comprende bandas alargadas (122...422) que se fabrican de material en forma de hoja o de lámina, que presentan un sentido longitudinal (L) y que se encuentran dispuestas enfrentadas de manera plana en el sentido transversal (W) de manera transversal con respecto al sentido longitudinal (L); una pluralidad de áreas de conexión (123...423) previstas respectivamente entre dos bandas enfrentadas, en particular tiras adhesivas que unen las bandas entre sí por adherencia de material, por secciones en el sentido transversal (W), y que se encuentran dispuestas con distancias regulares, es decir, con una distancia entre centros (I) periódica e idéntica entre todas las áreas de conexión a lo largo del sentido longitudinal (L) de una banda, y celdas en forma de panel (124...424) que conforman cavidades entre las bandas; **caracterizado por que** en relación con tres bandas consecutivas entre sí (122...422), un desplazamiento (S1') de las áreas de conexión entre la primera y la segunda banda (122-1, 122-2...422-1, 422-2) con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera banda (122-2, 122-3...422-2, 422-3) en una primera dirección (D1) del sentido longitudinal (L) es notablemente menor que en la otra dirección, es decir, la segunda dirección (D2) del sentido longitudinal (L); y porque, al menos, una parte de las celdas (24) en la sección transversal en el plano L/W presentan una forma con, al menos, un lado más largo (S2) en correspondencia con el desplazamiento mayor, y preferentemente, al menos, un lado más corto (S1) en correspondencia con el desplazamiento menor.
- 20 2. Panal según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada desplazamiento excéntrico menor (S1') siempre se prevé respectivamente en la primera dirección (D1).
- 25 3. Panal según la reivindicación 1, **caracterizado por que** se prevé respectivamente un desplazamiento excéntrico menor (S1') de manera alternada en la primera dirección (D1) y en la segunda dirección (D2).
- 30 4. Panal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el desplazamiento excéntrico se repite de manera alternada e intermitente, en donde las áreas de conexión, en relación con cuatro bandas consecutivas entre sí en el sentido transversal (W), se encuentran dispuestas sin desplazar respectivamente entre la primera y la segunda banda (222-1, 222-2), así como entre la tercera y la cuarta banda (222-3, 222-4), en donde preferentemente en cada sucesión de cuatro bandas solo se desplazan de manera excéntrica las áreas de conexión (123...423) entre la primera y la segunda banda (122-1, 122-2...422-1, 422-2) con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera banda (122-2, 122-3...422-2, 422-3).
- 35 5. Panal según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde las áreas de conexión (123...423) consecutivas entre sí en el sentido transversal (W) se encuentran siempre desplazadas de manera excéntrica unas con respecto a otras.
- 40 6. Panal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que**  
 - el desplazamiento se prevé con una frecuencia y regularidad tal que, al menos, una fracción predominante de las celdas en forma de panel (124...324) en la sección transversal en el plano L/W presentan esencialmente una forma básica idéntica al, al menos, un lado más largo (S2) y preferentemente al, al menos, un lado más corto (S1);  
 - o porque el desplazamiento excéntrico se prevé con una regularidad tal que, al menos, una fracción predominante de las celdas en forma de panel (124...324) presentan una forma a modo de un polígono irregular en la sección transversal en el plano L/W.
- 45 7. Panal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**  
 - la relación del desplazamiento menor (S1') con el desplazamiento mayor (S2') es  $S1'/S2' < 0,45$ , en particular  $< 0,4$ ; y/o  
 - la relación del desplazamiento menor (S1') con la distancia entre centros (I) es  $S1'/I < 2/5$ , en particular  $S1'/I < 1/3$ .
- 50
- 55 8. Panal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las áreas de conexión se extienden en forma de tiras, de manera perpendicular al sentido longitudinal (L) en la dirección del grosor del panel (T), y presentan un ancho idéntico de manera continua (B) en el sentido longitudinal (L), en donde preferentemente se prevé que el desplazamiento menor (S1') sea mayor que el ancho (B) de las áreas de conexión, en particular que sea mayor, al menos, en un factor de 1,5, en donde preferentemente el ancho (B) de las áreas de conexión en relación con la distancia entre centros (I) se encuentra en el rango de  $1/8 < B/I < 1/3$ , preferentemente de  $1/6 < B/I < 1/4$ .
- 60 9. Panal según la reivindicación 8, **caracterizado por que**  
 - la relación del desplazamiento mayor (S2') con el ancho (B) de las áreas de conexión se encuentra en el rango de  $2 < S2'/B < 4$ , preferentemente en el rango de  $2,25 < S2'/B < 3,75$ ; y/o  
 - la relación del desplazamiento menor (S1') con el ancho (B) de las áreas de conexión se encuentra en el rango de  $1,5 < S1'/B < 2,5$ , en donde el desplazamiento menor presenta preferentemente alrededor del doble de dicho ancho (B).
- 65

10. Panal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la sección transversal a modo de un hexágono irregular presenta seis lados (S1, S2, S3) y presenta esencialmente una forma de copa; **en donde** preferentemente la distancia de las áreas de conexión consecutivas entre sí es menor en el sentido transversal (W) que la medida del desplazamiento menor (S1') en el sentido longitudinal (L).
- 5
11. Panal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, **caracterizado por que** las bandas se fabrican de material plástico, en particular de material plástico compuesto de fibras, de un termoplástico, un plástico termoestable o eventualmente de una combinación de ellos, y el lado más largo (S2) se extiende preferentemente de forma curvada, en particular con una forma de curva en S o bien, en forma de tangente; o las bandas se fabrican de lámina metálica, en particular de lámina de aluminio, y el lado más largo (S2) preferentemente se extiende técnicamente en línea recta.
- 10
12. Panal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el grosor del panal (T) es cuantitativamente menor que el séxtuple, preferentemente menor que el cuádruple del lado más largo (S2); y/o el desplazamiento menor (S1') es cuantitativamente mayor en un múltiplo, en particular, al menos, diez veces más que el material más grueso utilizado para las bandas.
- 15
13. Componente sándwich que comprende un núcleo de panal cuyos panales se encuentran cerrados, al menos, de un lado mediante una capa superficial unida con el panal mediante pegamento, en donde la capa superficial se fabrica preferentemente de material compuesto por fibras, de material en lámina de una o varias capas, o de forma monolítica de metal, **caracterizado por que** el núcleo de panal se fabrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 20
14. Bloque de panal para la fabricación de panal, en particular panal deformable, por ejemplo, para componentes ligeros con una superficie curvada, que comprende hojas (125...425) de un material en forma de hoja o lámina, que presentan un sentido longitudinal (L) y se encuentran enfrentadas de manera plana en el sentido transversal (W) de manera transversal con respecto al sentido longitudinal (L); una pluralidad de áreas de conexión (123...423) previstas respectivamente entre dos hojas enfrentadas, en particular tiras adhesivas que unen las hojas entre sí por adherencia de material, por secciones en el sentido transversal (W), y que se encuentran dispuestas con distancias regulares, es decir, con una distancia entre centros (I) periódica e idéntica entre todas las áreas de conexión a lo largo del sentido longitudinal (L) de una hoja; **caracterizado por que** en relación con tres hojas consecutivas entre sí (122...422), un desplazamiento de las áreas de conexión entre la primera y la segunda hoja (125-1, 125-2...425-1, 425-2) con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera hoja (125-2, 125-3...425-2, 425-3) en una primera dirección (D1) del sentido longitudinal (L) es notablemente menor que en la otra dirección, es decir, la segunda dirección (D2) del sentido longitudinal (L); de manera que después de una expansión del bloque, al menos, una parte de las celdas (24) en la sección transversal en el plano L/W presentan una forma con, al menos, un lado más largo (S2) en correspondencia con el desplazamiento mayor, y preferentemente, al menos, un lado más corto (S1) en correspondencia con el desplazamiento menor.
- 25
- 30
- 35
- 40
15. Procedimiento para la fabricación de panal, en particular de panal deformable, que comprende:
- 45
- depósito en forma de pila de hojas de material delgado en forma de hoja o lámina, en donde las hojas se apilan unas sobre otras de manera plana, en un sentido transversal (W) de manera transversal con respecto a un sentido longitudinal (L) de las hojas;
- 50
- unión de las hojas por adherencia de material en el sentido transversal (W) para obtener un bloque mediante una pluralidad de áreas de conexión que unen las hojas entre sí por adherencia de material, por secciones, en el sentido transversal (W), y que se encuentran dispuestas con distancias regulares, es decir, con una distancia entre centros (I) periódica e idéntica entre todas las áreas de conexión a lo largo del sentido longitudinal (L) de una banda, y que en particular están diseñadas como tiras adhesivas estampadas de un solo lado sobre las hojas;
- 55
- expansión del bloque en el sentido transversal para conformar celdas en forma de panal con cavidades entre las hojas;
- separación del bloque en varios panales individuales, en particular mediante el corte esencialmente a lo largo del plano de corte paralelo al plano L/W;
- 60
- caracterizado por que** en relación con tres hojas consecutivas entre sí, un desplazamiento de las áreas de conexión entre la primera y la segunda hoja con respecto a las áreas de conexión entre la segunda y la tercera hoja, en una primera dirección (D1) del sentido longitudinal (L) es notablemente menor que en la otra dirección, es decir, la segunda dirección (D2) del sentido longitudinal (L); de manera que después de la expansión, al menos, una parte de las celdas (24) en la sección transversal en el plano L/W, presentan una forma con, al menos, un lado más largo (S2) en correspondencia con el desplazamiento mayor, y preferentemente, al menos, un lado más corto (S1) en correspondencia con el desplazamiento menor.
- 65
16. Procedimiento según la reivindicación 15, **caracterizado por que** en el caso del depósito en forma de pila o en el caso de la unión por adherencia de material, se repite de forma cíclica un esquema con el desplazamiento excéntrico de las áreas de conexión.

17. Procedimiento según la reivindicación 15, **caracterizado por que**

- 5           - en el caso del depósito en forma de pila o en el caso de la unión por adherencia de material, se repite de forma cíclica un esquema en el que el desplazamiento excéntrico de las áreas de conexión siempre es menor en la primera dirección (D1); o
- 10           - porque en el caso del depósito en forma de pila o en el caso de la unión por adherencia de material, se repite de forma cíclica un esquema en el que el desplazamiento excéntrico de las áreas de conexión es menor de manera alternada en la primera dirección (D1) y en la segunda dirección (D2); en donde en particular en el caso del depósito en forma de pila o en el caso de la unión por adherencia de material, se repite de forma cíclica un esquema en el que el desplazamiento excéntrico se repite de manera alternada e intermitente, en donde las áreas de conexión en relación con cuatro hojas consecutivas entre sí en el sentido transversal (W), se encuentran dispuestas sin desplazar respectivamente entre la primera y la segunda hoja, así como entre la tercera y la cuarta hoja.
- 15

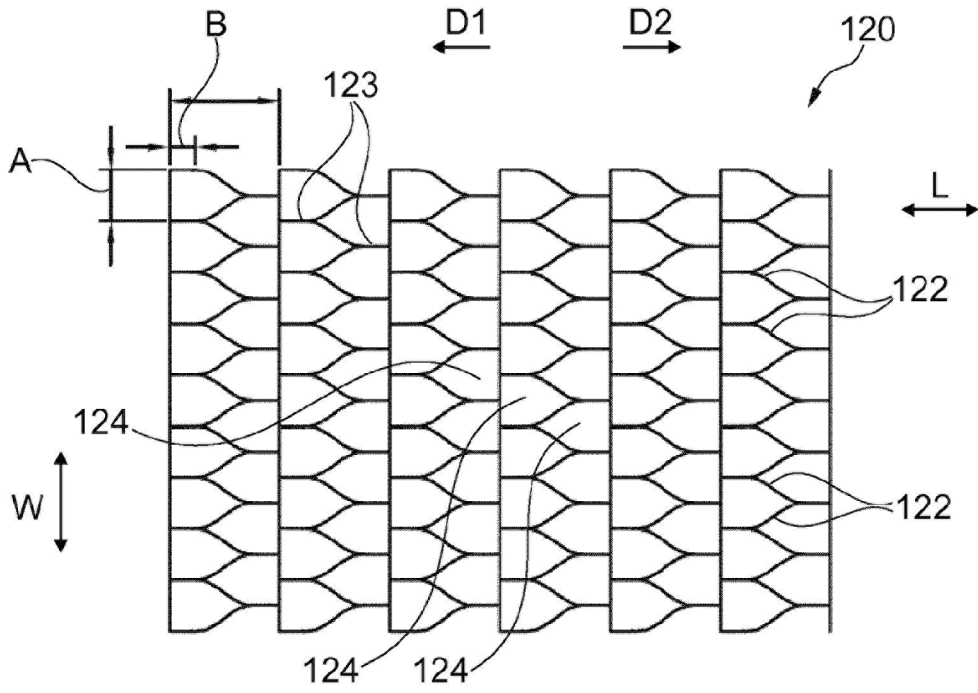


Fig. 1A

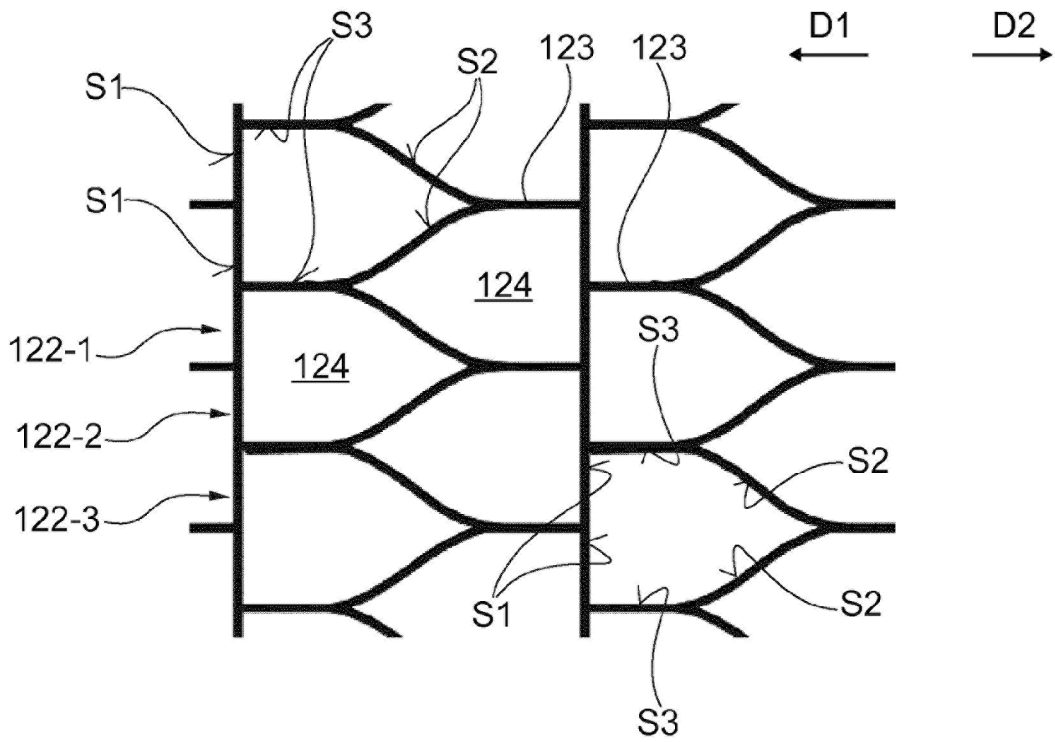


Fig. 1B



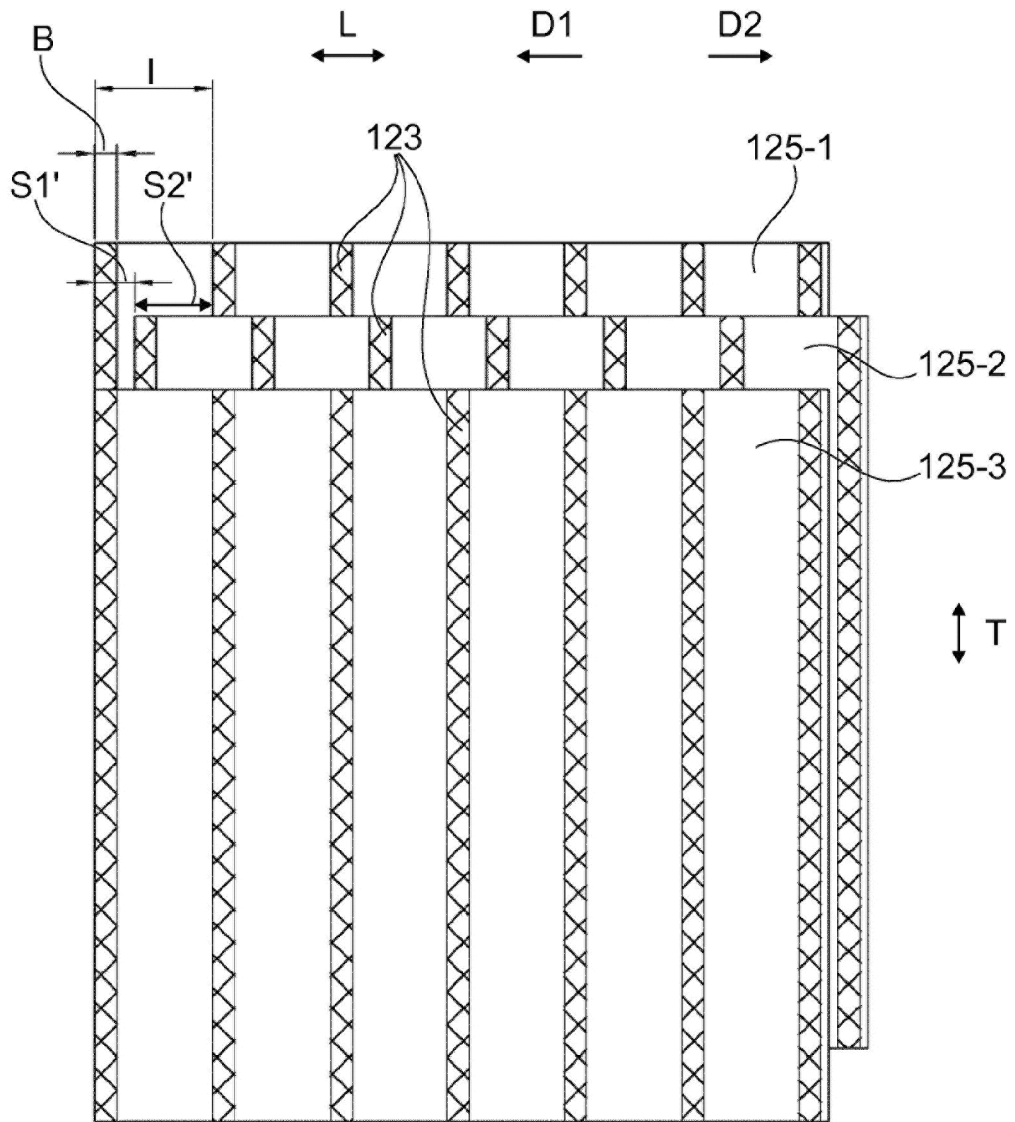
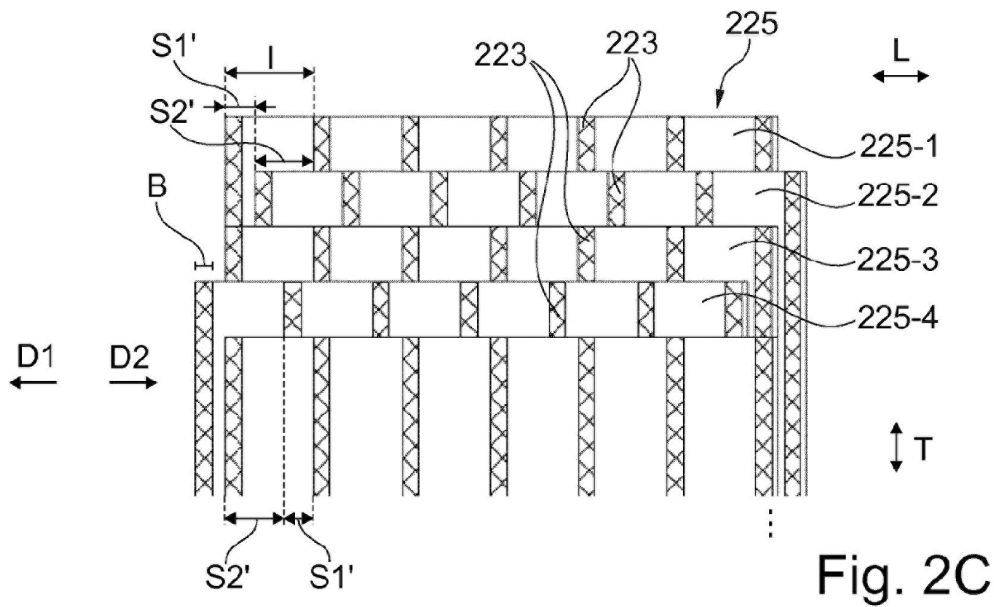
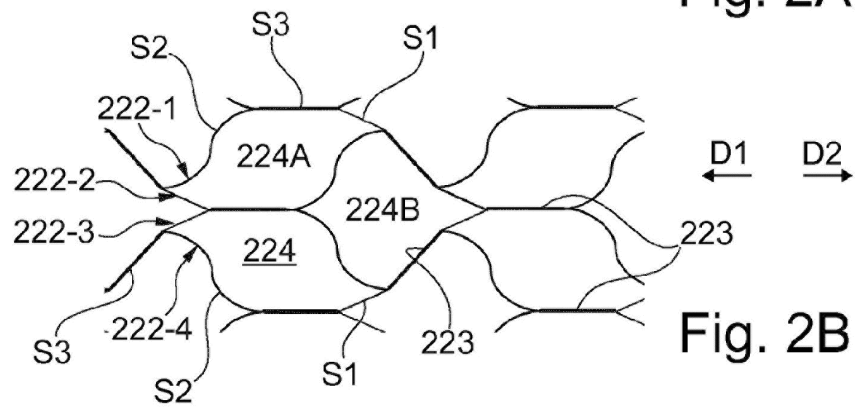
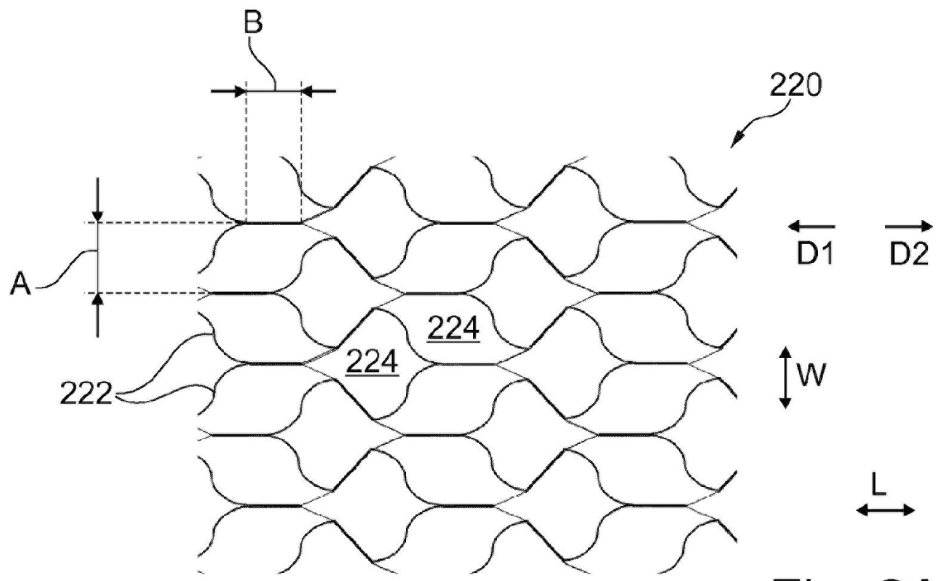


Fig. 1C



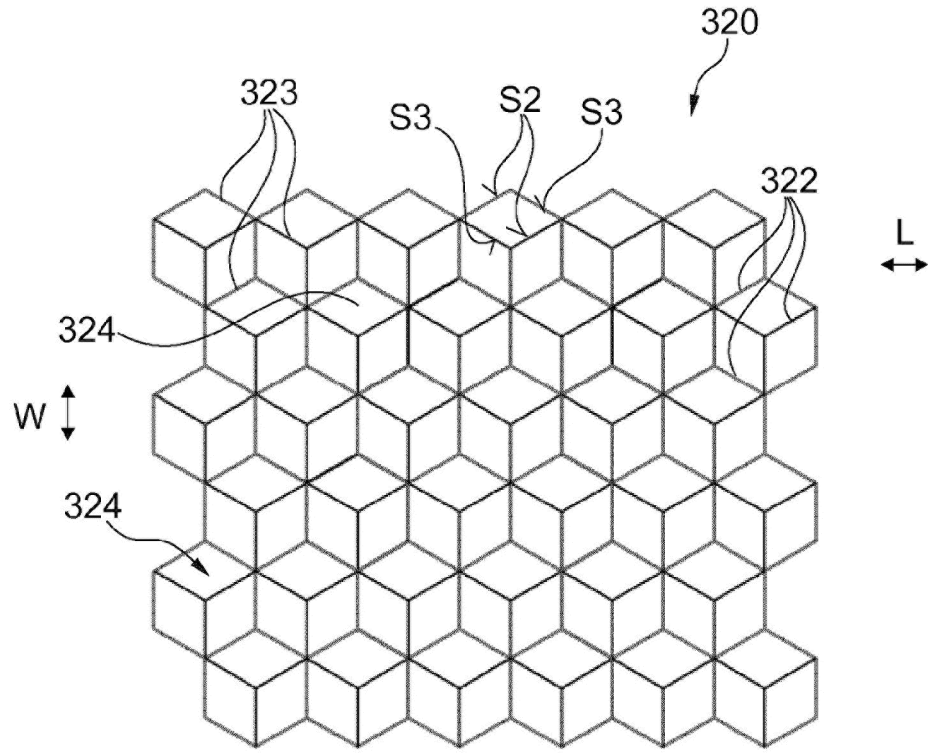


Fig. 3A

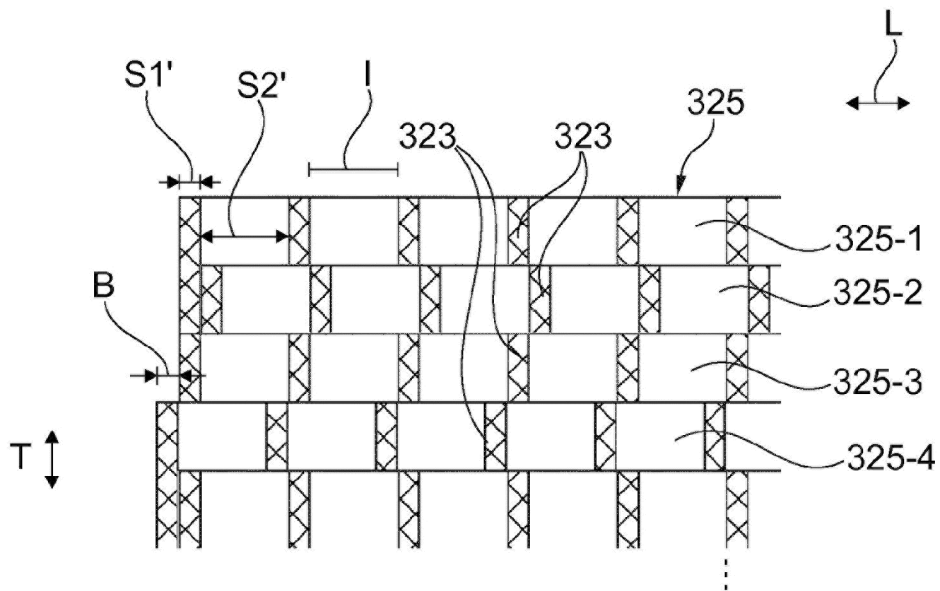


Fig. 3B

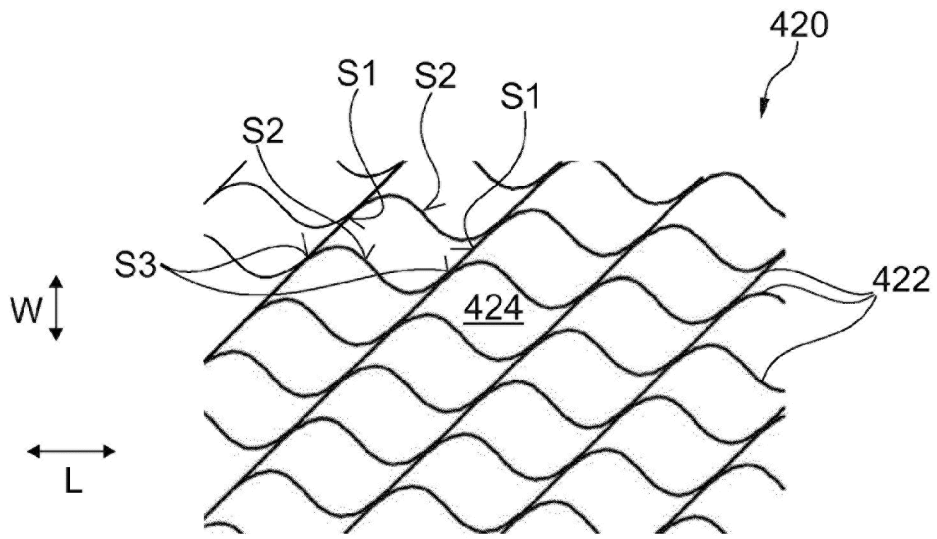


Fig. 4A

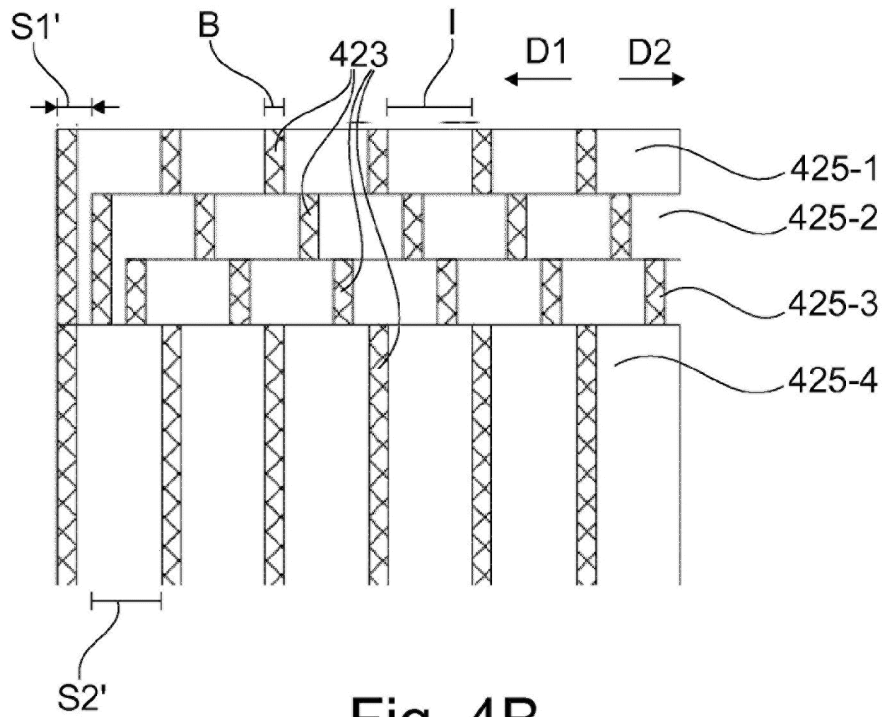


Fig. 4B

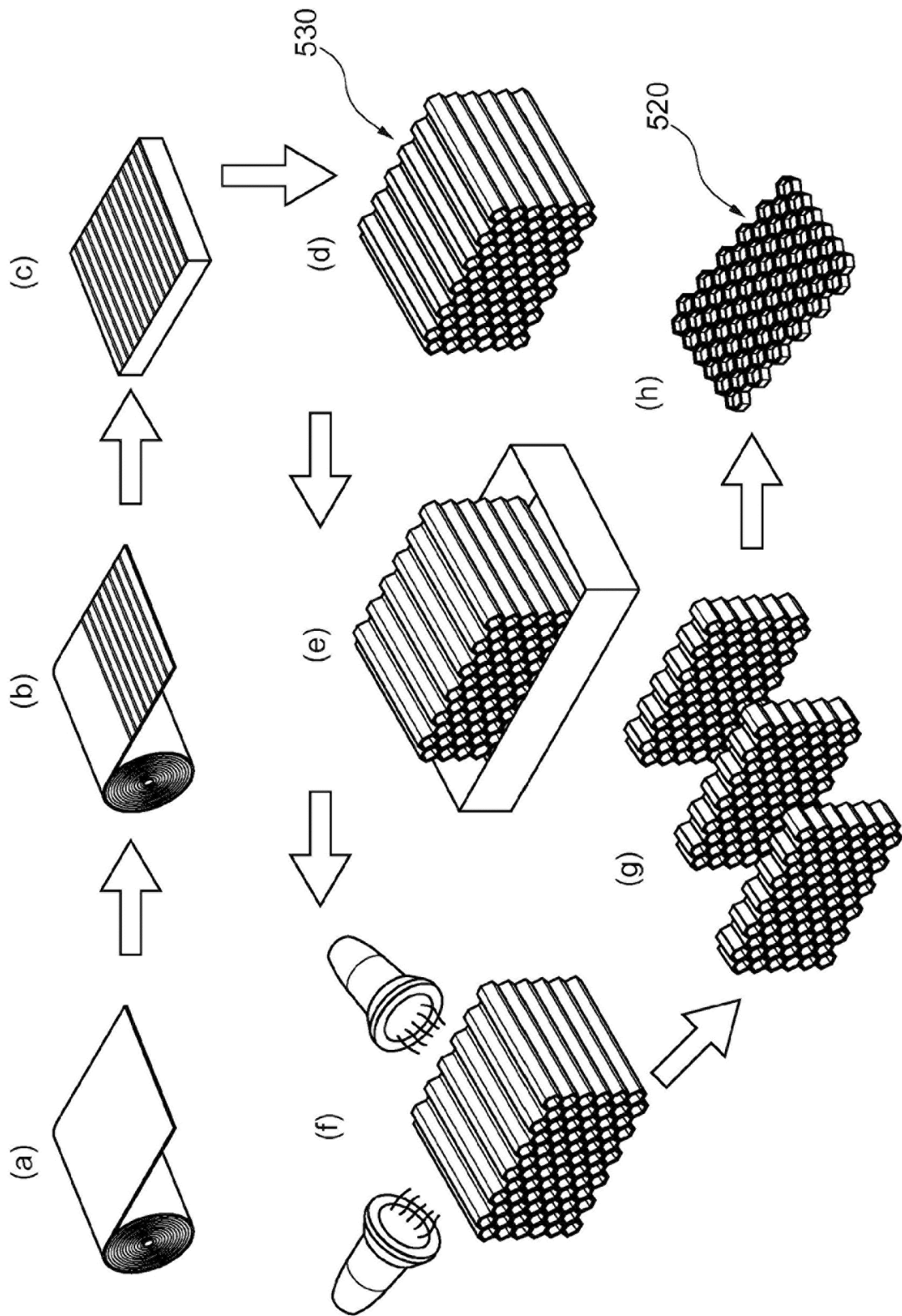


Fig. 5

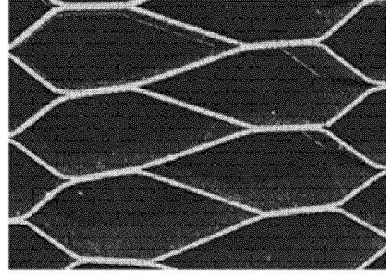


Fig.6 (b)

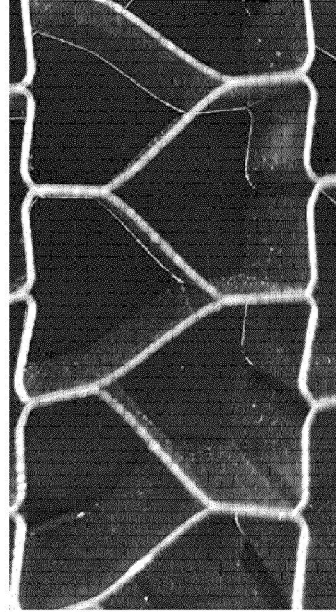


Fig.6 (d)

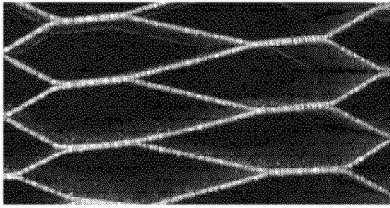


Fig.6 (a)

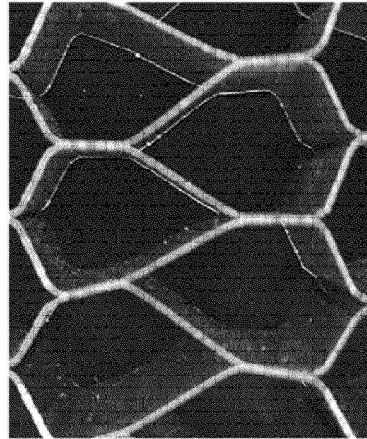
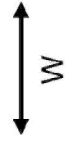


Fig.6 (c)



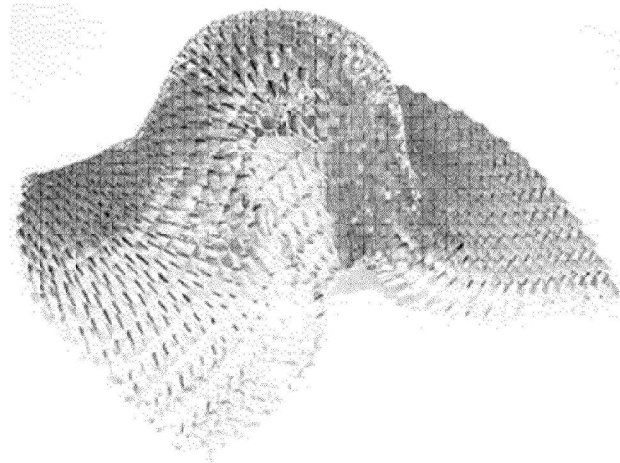
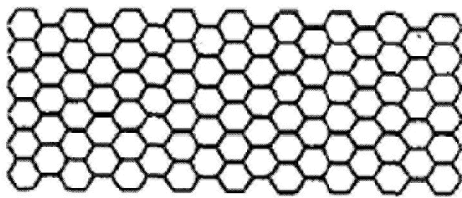
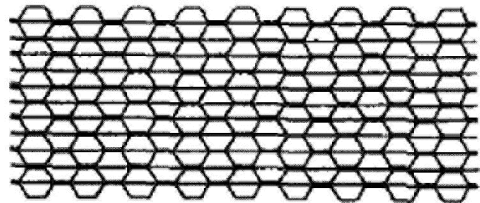


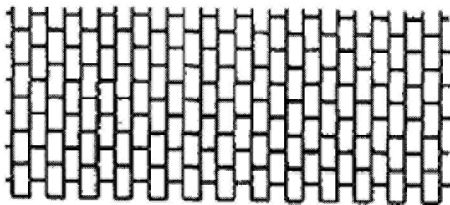
Fig.7



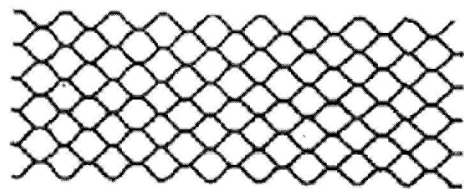
(A)



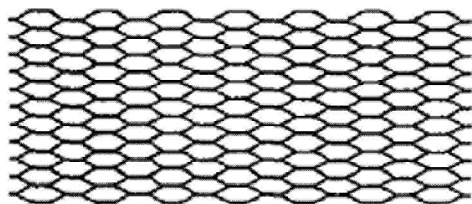
(B)



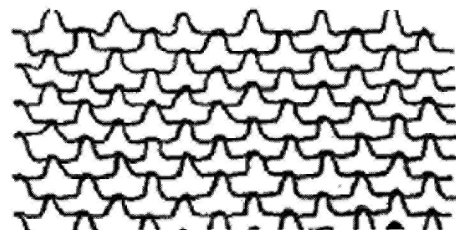
(C)



(D)



(E)



(F)

Fig.8

(TÉCNICA ANTERIOR)