

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 000**

51 Int. Cl.:

B29K 627/06	(2006.01) C08J 9/36	(2006.01)
B29K 23/00	(2006.01) B29C 35/08	(2006.01)
B29K 33/00	(2006.01) B29C 51/06	(2006.01)
B32B 27/06	(2006.01) B29C 51/14	(2006.01)
B29K 75/00	(2006.01) B29C 51/42	(2006.01)
B29K 79/00	(2006.01) B29K 105/24	(2006.01)
B29C 43/52	(2006.01) B29K 105/12	(2006.01)
B29K 105/04	(2006.01)	
B32B 5/18	(2006.01)	
B29C 44/56	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2013 PCT/EP2013/063137**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO2014016068**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2013 E 13730588 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2877342**

54 Título: **Nuevo proceso de conformación para materiales celulares de PMI, o bien componentes compuestos obtenidos a partir de los mismos**

30 Prioridad:
24.07.2012 US 201261675011 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2017

73 Titular/es:
**EVONIK RÖHM GMBH (100.0%)
Kirschenallee
64293 Darmstadt , DE**

72 Inventor/es:
**PINTO, JORGE;
ROTH, MATTHIAS ALEXANDER;
SÜNDERMANN, JÖRN DANIEL;
KRAATZ, ARNIM;
SCHLAGER, DIETER y
ZIMMERMANN, RAINER**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 618 000 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

Nuevo proceso de conformación para materiales celulares de PMI, o bien componentes compuestos obtenidos a partir de los mismos

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento novedoso, que es apropiado, por ejemplo, para la obtención de materiales compuestos con núcleos de espumas duras. En este caso, la gran ventaja de la invención consiste en que tanto el material celular, como también la capa cubriente, se pueden seleccionar libremente. Con el presente procedimiento también son elaborables en especial capas cubrientes, cuya temperatura de elaboración diverge claramente de la del material del núcleo.
- 10 La presente invención se refiere además a un procedimiento con el que se pueden compactar parcialmente estructuras celulares integrales en una segunda forma de realización. Con una tercera forma de realización es posible obtener un cuerpo hueco con juntas de valor especialmente elevado a partir de al menos dos piezas de trabajo de una espuma, mediante soldadura. En este caso, ésto se puede efectuar con o sin capas cubrientes.
- 15 Además, con el presente procedimiento es posible de modo especialmente conveniente elaborar materiales celulares por medio de un proceso de moldeo en vacío.

Estado de la técnica

- 20 En el estado de la técnica se describen diversos procedimientos para la obtención de plásticos reforzados con fibras con una espuma dura, o para la conformación de materiales celulares duros en general. En relación con esta invención, se entiende por espumas duras espumas – como por ejemplo espumas de PU o poliestireno comerciales – que no se pueden deformar mecánicamente con fuerzas reducidas, y que se recuperan a continuación. Son ejemplos de espumas duras, sobre todo, espumas de PP, PMMA o espumas de PU altamente reticuladas. Un material celular duro especialmente apto para carga es poli(met)acrilimida (PMI), como se distribuye, por ejemplo, por la firma Evonik bajo el nombre ROHACELL®.

- 25 Un procedimiento conocido generalmente para la obtención de los materiales compuestos descritos es la conformación de las capas cubrientes con subsiguiente carga del material crudo celular y su espumado final. Tal procedimiento se describe, a modo de ejemplo, en el documento US 4,933,131. Un inconveniente de este procedimiento consiste en que el espumado se efectúa casi siempre de manera muy irregular. Esto es válido en especial para materiales como PMI, que se pueden añadir como granulado en el mejor de los casos. Otro inconveniente de tal procedimiento consiste en que, para la conformación de un material celular puro, las capas cubrientes se deben eliminar de nuevo. A su vez, en el caso de componentes compuestos, la adherencia entre
- 30 capas cubrientes y el núcleo celular no es suficiente frecuentemente para componentes sometidos a carga mecánica.

- 35 En Passaro et al., Polymer Composites, 25(3), 2004, páginas 307 y siguientes, se describe un procedimiento en el que se ensambla un núcleo celular de PP con un plástico reforzado con fibras en una herramienta de prensado, y en este caso el núcleo celular se calienta selectivamente solo en la superficie por medio de la herramienta, para posibilitar una buena unión con el material cubriente. En Grefenstein et al., International SAMPE Symposium and Exhibition, 35 (1, Adv.Materials: Challenge Next Decade), 1990, páginas 234-44 se describe un procedimiento análogo para la obtención de materiales tipo sándwich con un material de núcleo tipo nido de abejas, o un núcleo celular de PMI. No obstante, con estos dos procedimientos no es posible una conformación, sino solo la obtención
- 40 de materiales tipo sándwich en forma de placas.

- 45 En el documento WO 02/098637 se describe un procedimiento en el que se lleva un material cubriente termoplástico como fusión a la superficie de un material de núcleo celular, después se moldea junto con el núcleo celular para dar una pieza moldeada compuesta por medio de un procedimiento Twin-Sheet, y a continuación se enfría el termoplástico, de modo que el material cubriente solidifica en el molde. No obstante, con este procedimiento se pueden combinar solo un número limitado de materiales. Por ejemplo, no se pueden obtener materiales cubrientes reforzados con fibras. Tampoco el procedimiento para la conformación pura de una pieza de trabajo celular es aplicable sin materiales cubrientes. Además, también la selección de materiales celulares está limitada a materiales conformables elásticamente a bajas temperaturas. Una espuma dura se dañaría demasiado desde el punto de vista estructural en tal procedimiento, sin calentamiento uniforme del material celular.

- 50 El procedimiento descrito en el documento EP 0 272 359 es muy similar. En este caso se corta una pieza bruta del núcleo celular primeramente en forma, y se coloca la misma en una herramienta. A continuación se inyecta la fusión

de material termoplástico sobre la superficie. Mediante un aumento de temperatura se espuma a continuación la pieza bruta del núcleo de espuma, mediante lo cual se llega a un prensado sobre la superficie del material cubriente. Con este procedimiento se puede obtener ciertamente una mejor adherencia con el material cubriente. Por ello, el procedimiento con el paso de trabajo adicional de la primera conformación es más costoso, y en suma está claramente más limitado respecto a las formas realizables.

En W. Pip, *Kunststoffe*, 78(3), 1988, páginas 201-5 se describe un procedimiento para la obtención de compuestos moldeados con capas cubrientes reforzadas con fibras y un núcleo celular de PMI en una herramienta de prensado. En este procedimiento, la reunión de las capas aisladas se efectúa en una herramienta de prensado calentada, efectuándose una ligera conformación mediante una presión de las capas superiores en la herramienta de espumado calentada localmente. Simultáneamente se describe un procedimiento en el que se puede formar un molde mediante espumado posterior dentro de la herramienta. Los inconvenientes de tal procedimiento se discutieron ya anteriormente. Como tercera variante se da a conocer un procedimiento en el que se efectúa un recalcado elástico del material durante el prensado de un material celular calentado previamente. El calentamiento previo se efectúa en un horno. No obstante, un inconveniente de este procedimiento es que para muchos materiales celulares se requieren temperaturas muy elevadas para la conformación termoelástica. Por ejemplo para espumas de PMI se requieren temperaturas de al menos 185°C. Además, el material del núcleo debe ser calentado correspondientemente sobre la zona de material total, para evitar roturas de material. A tales temperaturas, especialmente ya que éstas son posibles en distribución uniforme solo con un calentamiento más largo, de varios minutos, muchos materiales cubrientes, como por ejemplo PP, se deteriorarían de modo que el proceso no es realizable.

En U. Breuer, *Polymer Composites*, 1998, 19(3), páginas 275-9 se da a conocer una variante ligeramente modificada de la tercera variante de Pip para núcleos celulares de PMI discutida con anterioridad. En este caso se efectúa el calentamiento del núcleo celular de PMI y de los materiales cubrientes reforzados con fibras por medio de una lámpara térmica IR. Tales lámparas calefactoras IR, que emiten sobre todo luz con longitudes de onda en el intervalo entre 3 y 50 μm (radiación IR-C, o bien MIR), son muy especialmente apropiadas para un rápido calentamiento del sustrato. No obstante, en este caso, la entrada de energía es – oportunamente – muy elevada, lo que conduce simultáneamente al deterioro de muchos materiales cubrientes, como por ejemplo PP. De este modo, en Breuer et al. se da a conocer también poliamida 12 (PA12) como posible material de matriz para las capas cubrientes. PA 12 se puede calentar fácilmente a más de 200°C, sin que se llegue a un deterioro del plástico. En este tipo de procedimiento no es posible una conformación simultánea del núcleo de espuma, ya que la radiación térmica del intervalo de radiación IR no penetra en la matriz de espuma, y por consiguiente no se alcanza un estado moldeable termoplásticamente.

Cometido

Por lo tanto, teniendo en cuenta el estado de la técnica discutido, era tarea de la presente invención poner a disposición un nuevo procedimiento por medio del cual se pudieran conformar materiales celulares duros de manera rápida y sencilla sin deterioro estructural y/o con capas cubrientes, en especial con materiales sintéticos termoplásticos, para dar materiales compuestos.

En especial era tarea de la presente invención poner a disposición un procedimiento con el que se pudieran obtener estos materiales compuestos mediante conformación, y simultáneamente la selección de material superficial fuera seleccionable con relativa libertad, sin que el mismo experimente un deterioro durante la elaboración.

Además, el procedimiento debe ser apropiado para poder compactar parcialmente materiales celulares con o sin material cubriente. El procedimiento debe ser apropiado también para obtener cuerpos huecos a partir de dos o más materiales celulares, con o sin capas cubrientes. Además, el procedimiento debe ser modificable, de manera que se pueda combinar con un proceso de moldeo en vacío.

Además, independientemente de las formas de realización aisladas planteadas como tareas, con el procedimiento novedoso deben ser realizables tiempos de ciclo rápidos, claramente de menos de 10 minutos. Otras tareas no discutidas explícitamente en este punto se pueden deducir asimismo del estado de la técnica, de la descripción, de las reivindicaciones, o de los ejemplos de realización.

Solución

Las tareas se solucionan mediante un procedimiento novedoso para la conformación de materiales celulares. Este procedimiento novedoso es apropiado sobre todo para la conformación de materiales celulares duros de polimetacrilimida (PMI). El procedimiento presenta en este caso los siguientes pasos de proceso:

- a) estructura de capas de compuesto opcional con materiales cubrientes y núcleo celular intermedio,
 - b) calentamiento del material celular mediante radiación con radiación próxima a infrarrojo (radiación NIR) con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm ,
 - c) conformación con una herramienta de conformación,
- 5 d) enfriamiento y extracción de la pieza de trabajo acabada.

A tal efecto son posibles dos diferentes formas de realización. En la primera, la herramienta para el calentamiento con la radiación NIR y la herramienta de conformación están separadas entre sí. En este caso, el procedimiento presenta los siguientes pasos de proceso:

- a) estructura de capas de compuesto opcional con materiales cubrientes y núcleo celular intermedio,
- 10 b1) inserción en la zona de acción de campos de calefacción del lado de la máquina,
- b2) calentamiento del material celular mediante radiación con radiación próxima a infrarrojo (radiación NIR) con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm ,
 - c1) transferencia del material celular a una herramienta de conformación,
 - c2) conformación con la herramienta y,
- 15 d) enfriamiento y extracción de la pieza de trabajo acabada.

En una segunda forma de realización, el dispositivo de calentamiento para la irradiación con radiación NIR es componente integral de la herramienta de conformación:

- a) estructura de capas de compuesto opcional con materiales cubrientes y núcleo celular intermedio,
 - b1) inserción en una herramienta de moldeo que está equipada con un campo de calefacción extraíble,
- 20 b2) calentamiento del material celular mediante radiación con radiación próxima a infrarrojo (radiación NIR) con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm ,
- c1) eliminación de la calefacción de la zona de procedimiento de la herramienta de conformación,
 - c2) conformación con la herramienta y,
 - d) enfriamiento y extracción de la pieza de trabajo acabada.

- 25 En este caso, los pasos de procedimiento b1) y b2) se deben entender como pasos parciales del paso de procedimiento b) de la anterior explicación. Lo mismo es válido para los pasos de procedimiento c1) y c2) respecto al paso de procedimiento c).

- 30 Sorprendentemente se descubrió que, mediante el calentamiento cuidadoso del material en el paaso de proceso b) (o bien b2)), se puede ocasionar una conformabilidad plástica mediante una entrada de calor uniforme, sin que se llegue simultáneamente a un deterioro del material. En especial el deterioro de la superficie celular dura, a observar, por ejemplo, en el caso de calentamiento en un horno, se suprime con la puesta en práctica adecuada del presente procedimiento. La radiación de calor de la zona espectral NIR empleada atraviesa la fase gaseosa de las células de espuma sin absorción, y ocasiona un calentamiento directo de la matriz de pared celular.

- 35 El procedimiento según la invención se distingue en especial por que la conformación en el paso de proceso c) se efectúa por medio de un procedimiento Twin-Sheet bajo vacío, o bien bajo presión negativa. En este caso, el dispositivo Twin-Sheet está configurado de manera que se puede emplear como máquina de moldeo.

El procedimiento Twin-Sheet se distingue principalmente por que en un paso de procedimiento se conforman dos o más piezas de trabajo en vacío, o bien bajo presión negativa, y en este caso se sueldan las mismas entre sí sin aditivos, como pegamentos, adyuvantes de soldadura o disolventes. Este paso de procedimiento se puede llevar a cabo en tiempos de ciclo elevados, de manera económica y ecológica. En el ámbito de la presente invención se descubrió sorprendentemente que este procedimiento, mediante el paso de proceso adicional de calentamiento previo de las piezas de trabajo mediante irradiación con radiación NIR con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm en el paso de proceso b), es apropiado también para la elaboración de materiales celulares duros de PMI, que parecían inapropiados según el estado de la técnica. Mediante el calentamiento con la citada radiación, realizable de manera relativamente rápida, se obtiene una distribución de calor exenta de tensión, uniforme, en la pieza de trabajo total. En este caso, la intensidad de la radiación se puede variar en el citado intervalo según material celular empleado. En el caso de empleo adicional de materiales cubrientes, la temperatura de los campos de calefacción y su intensidad se modifican en tal medida que, también a diferentes temperaturas de elaboración y conformación, el núcleo celular y los materiales cubrientes se transforman y se unen conjuntamente. Tales adaptaciones son fácilmente realizables por el especialista con pocos ensayos.

Una gran ventaja del procedimiento según la invención consiste en que se puede llevar a cabo de manera ecológica y en tiempos de ciclo muy elevados, bajo reunión simultánea de varios pasos de trabajo en un proceso. En este caso, a partir de este procedimiento, novedoso en principio, resulta una serie de variantes que se pueden utilizar respectivamente para la obtención de productos completamente novedosos:

En una primera variante se obtiene una compresión local del material celular en el paso de proceso c), es decir, en la conformación. Tal compresión local posibilita productos novedosos. De este modo, las piezas moldeadas de un material celular duro con compresiones locales son aplicables de manera versátil y más estables en conjunto. Además se pueden realizar nuevas formas. También es una ventaja de tal producto que, en especial en las zonas compactadas, se pueden introducir refuerzos, elementos de inserción o uniones roscadas para la introducción armónica de fuerzas de la periferia de construcción. Por medio de tales elementos de inserción o uniones roscadas, los materiales celulares se pueden transformar fácilmente a continuación en construcción de automóviles o aviones. Además, tales zonas se pueden pegar o soldar mejor con frecuencia. Tal variante del procedimiento según la invención se puede realizar, a modo de ejemplo, para espumas de PMI con tiempos de ciclo de menos de 5 minutos. En esta variante es sorprendente en especial que tal componente según el estado de la técnica no se pudo obtener en un proceso de una etapa.

En una segunda modificación del procedimiento según la invención, en el caso del paso de proceso c) se trata de un procedimiento Twin-Sheet.

Esta variante del procedimiento según la invención es especialmente preferente si el material celular se cubre por uno o ambos lados con un material cubriente en el paso de proceso a) y, por consiguiente, por medio del procedimiento Twin-Sheet se obtiene un material compuesto con una capa cubriente por uno o ambos lados, y un núcleo celular duro. Esta segunda variante se puede llevar a cabo en tiempos de ciclo de menos de 6 minutos.

Sorprendentemente, la selección del material cubriente es relativamente libre. En este caso se puede tratar, a modo de ejemplo, de puros termoplásticos, de tejidos o géneros de punto por mallas, o combinaciones de los mismos, como por ejemplo las denominadas organochapas o bandas soporte textiles revestidas de material sintético, como por ejemplo cuero sintético. En el caso del material cubriente se trata preferentemente de un material sintético reforzado con fibras. En el caso de las fibras se puede tratar a su vez, a modo de ejemplo, de fibras de aramida, vidrio, carbono, polímero o textiles. En el caso del material sintético a su vez se puede tratar preferentemente de PP, polietileno (PE), policarbonato (PC), cloruro de polivinilo (PVC), una resina epoxídica, una resina de isocianato, una resina de acrilato, un poliéster o una poliamida.

En una tercera variante del procedimiento, en el paso de proceso a) se disponen al menos 2 piezas de material celular separadas, y a continuación se moldea a partir de las mismas un cuerpo hueco en la conformación en el paso de proceso c). Esta variante se puede configurar también de manera que se obtengan piezas de moldeo con más de una cavidad. La ventaja de esta variante consiste en que tales cuerpos huecos se pueden obtener sin pegado o subsiguiente soldadura térmica. Esto conduce a su vez a que el cuerpo hueco resultante presente una mejor combinación de estabilidad y peso frente a cuerpos huecos del estado de la técnica. Además, el cuerpo hueco tiene una mejor apariencia óptica. Esto puede llegar al punto de que las juntas entre ambas piezas de trabajo celulares no sean, o sean apenas identificables en el producto acabado. En especial, la unión por soldadura formada en el procedimiento no se diferencian, o no se diferencian apenas del material circundante, y la estructura porosa se conserva también en esta junta. También este procedimiento se puede efectuar en forma de un procedimiento Twin-Sheet. En este caso se pueden realizar también geometrías muy complejas con buena reproducibilidad en tiempos de ciclo de menos de 5 minutos.

5 En una forma de realización de la invención, ligeramente modificada en comparación con la tercera variante, también se puede moldear una pieza de trabajo aislada de una espuma dura por medio de un procedimiento de conformación apoyado por vacío, con presión negativa, para dar piezas de trabajo muy complejas. Este procedimiento es apropiado especialmente para grosores de espuma de hasta 10 mm. En este caso, directamente antes de la transferencia del material celular a la herramienta de conformación en el paso c), o de manera alternativa directamente a continuación, en la herramienta de conformación se lleva a cabo preferentemente un moldeo previo por medio de aire comprimido.

10 En principio, en una modificación ulterior, estos procedimientos se pueden llevar a cabo en una herramienta de pared doble. Esto conduce a una exactitud geométrica aún mas elevada. Una ventaja ulterior de la presente invención consiste en que las tres variantes discutidas anteriormente también se pueden combinar entre sí en un procedimiento según la invención llevado a cabo simultáneamente. De este modo se pueden obtener, por ejemplo, cuerpos compactados en el borde con al menos una cavidad. También se pueden obtener compuestos con núcleo celular compactado parcialmente y/o una o varias cavidades.

15 Por regla general, independientemente de la forma de realización de la invención descrita, el material se fija en el aparato por medio de un bastidor de sujeción, para evitar un deslizamiento. A tal efecto, el material a elaborar está, por ejemplo, algunos centímetros por encima del borde de la herramienta, y se retiene en esta zona por medio del mencionado bastidor de sujeción.

El material celular duro representa PMI en este caso. Tales espumas de PMI se obtienen normalmente en un procedimiento de dos etapas: a) obtención de un polímero de colada y b) espumado de este polímero de colada.

20 Para la obtención del polímero de colada se obtienen en primer lugar mezclas de monómeros que contienen ácido (met)acrílico y (met)acrilonitrilo, preferentemente en una proporción molar entre 2:3 y 3:2, como componente principal. Adicionalmente se pueden emplear otros comonómeros, como por ejemplo ésteres de ácido acrílico o metacrílico, estireno, ácido maleico o ácido itacónico, o bien sus anhídridos, o vinilpirrolidona. No obstante, en este caso, la fracción de comonómeros no debía ascender a más de un 30 %. También se pueden emplear cantidades reducidas de monómeros reticulantes, como por ejemplo acrilato de alilo. No obstante, las cantidades debían ascender preferentemente a un 0,05 % en peso hasta un 2,0 % en peso a lo sumo. La mezcla para la copolimerización contiene además agentes propulsores, que se descomponen, o bien se evaporan a temperaturas de aproximadamente 150 a 250°C, y en este caso forman una fase gaseosa. La polimerización se efectúa por debajo de esta temperatura, de modo que el polímero de colada contiene un agente propulsor latente. La polimerización tiene lugar convenientemente en forma de bloques entre dos placas de vidrio.

35 En un segundo paso se efectúa entonces el espumado del polímero de colada a temperatura correspondiente. La obtención de tales espumas de PMI es conocida en principio por el especialista, y se puede consultar, a modo de ejemplo, en los documentos EP 1 444 293, EP 1 678 244 o WO 2011/138060. Como espumas de PMI cítese en especial tipos de ROHACELL® de la firma Evonik Industries AG. Respecto a obtención y elaboración, las espumas de acrilimida se deben considerar análogas a las espumas de PMI. No obstante, por motivos toxicológicos, éstas son claramente menos preferentes frente a otros materiales celulares.

40 Las piezas celulares requeridas se pueden obtener mediante una selección apropiada de placas de vidrio, o mediante una preparación por medio de un espumado en molde. Alternativamente, la obtención a partir de placas celulares espumadas se efectúa mediante corte, aserradura o fresado. En este caso se pueden cortar preferentemente varias piezas celulares a partir de una placa.

La densidad del material celular duro se puede seleccionar con relativa libertad. Las espumas de PMI se pueden emplear, a modo de ejemplo, en un intervalo de densidad de 25 a 220 kg/m³.

45 En este caso, piezas de núcleo celulares serradas, cortadas o fresadas, frente a las obtenidas por medio de espumado en molde, tienen la ventaja de presentar poros abiertos en la superficie. En el caso de puesta en contacto con las fibras impregnadas en resina, una parte de la resina aún no endurecida penetra en estos poros abiertos en la superficie del núcleo celular. Esto tiene la ventaja de que, tras endurecimiento, se obtiene una adherencia especialmente fuerte en la interfase entre núcleo celular y material de revestimiento.

En principio, las piezas de trabajo según la invención constituidas por la espuma dura son empleables ampliamente.

50 Piezas de trabajo que se obtuvieron según la primera variante de compactado local se pueden denominar también materiales celulares con estructuras integrales. También en la variante adicional como material compuesto, éstos

son apropiados en especial en aplicaciones que ocasionan la unión de juntas que provocan fuerzas con estructuras periféricas de los materiales que rodean el componente (compuesto). Esto es válido para cualquier construcción concebible, en la que se unan piezas estructurales, por ejemplo de metal u otros materiales sintéticos, con el material celular, o bien el compuesto. Estas condiciones resultan en especial de los campos de aplicación construcción de automóviles, técnica aeronáutica y aeroespacial, construcción de barcos, construcción de vehículos sobre ralles, construcción de máquinas, técnica médica, industria del mueble, en la construcción de instalaciones eólicas o en la construcción de ascensores.

Los materiales compuestos de la segunda variante, también aquellos sin estructuras integrales, pueden encontrar aplicación en especial en la fabricación en serie, por ejemplo para construcción de carrocerías o para revestimientos internos en la industria del automóvil, piezas interiores en construcción de vehículos sobre carriles o construcción de barcos, en la industria aeronáutica y aeroespacial, en la construcción de máquinas, en la construcción de muebles o en la construcción de instalaciones eólicas.

Los cuerpos huecos constituidos por materiales celulares duros se pueden emplear a su vez, por ejemplo, en cajas de baterías, canales de circulación de aire en instalaciones de climatización, o como grupo de construcción aerodinámico de palas de rotores eólicas (por ejemplo como bordes de fuga). No obstante, además son concebibles aplicaciones en las ramas industriales citadas anteriormente.

Leyendas de los dibujos

Fig. 1: fabricación de materiales sintéticos reforzados con fibras con núcleo de material celular

A: fase de calefacción; B: conformación

- (1) Parte superior de la herramienta de conformación
- (2) Parte inferior de la herramienta de conformación
- (3) Calefacción superior (emisor NIR)
- (4) Calefacción inferior (emisor NIR)
- (3a) y (4a) Calefacciones circuladas hacia afuera
- (5) Núcleo de espuma
- (6) Bastidor de sujeción
- (7) Capas cubrientes

Fig. 2: producción de una estructura integral con compresión parcial del material celular

A: fase de calefacción; B: conformación

- (1) Parte superior de la herramienta de conformación
- (2) Parte inferior de la herramienta de conformación
- (3) Calefacción superior (emisor NIR)
- (4) Calefacción inferior (emisor NIR)
- (3a) y (4a) Calefacciones circuladas hacia afuera
- (5) Material celular

(6) Bastidor de sujeción

Fig. 3: moldeo de cuerpos huecos

A: fase de calefacción; B: conformación

(1) Parte superior de la herramienta de conformación

5 (2) Parte inferior de la herramienta de conformación

(3) Calefacción superior (emisor NIR)

(4) Calefacción inferior (emisor NIR)

(3a) y (4a) Calefacciones circuladas hacia afuera

(5) Material celular (en este caso: primera pieza de trabajo para el lado superior)

10 (6) Bastidor de sujeción

(8) Material celular (segunda pieza de trabajo para el lado inferior)

Fig. 4: moldeo en vacío de materiales celulares

A: fase de calefacción; B: conformación

(2) Parte inferior de la herramienta de conformación

15 (3) Calefacción superior (emisor NIR)

(4) Calefacción inferior (emisor NIR)

(4a) Calefacciones circuladas hacia afuera

(5) Material celular

(6) Bastidor de sujeción

20 (7) Capas cubrientes

(9a) Sala de máquinas bajo sobrepresión

(9b) Sala de máquinas bajo presión negativa (vacío)

Ejemplos de realización

25 A continuación se muestran descripciones generales para algunas formas especiales de realización de la invención. En este caso, éstas contienen también ejemplos. Se pudieron llevar a cabo con éxito ensayos correspondientes.

Ejemplo 1: fabricación de materiales sintéticos reforzados con fibras con núcleo de material celular (componentes compuestos)

El procedimiento se lleva a cabo en una máquina de conformación Twin-Sheet, como por ejemplo el modelo T8 de la firma Geiss AG. La máquina estaba equipada en este caso en la siguiente configuración:

Campos de calefacción con emisores flash (NIR; 0,78-1,40 μm)

Ventana de espacio de trabajo regulable

Calefacción superior regulable en altura

Fuerza de prensado 30 to (min.), accionamiento motor

5 Herramienta de conformación calentable y refrigerable

Para la ilustración de esta forma de realización remítase a la fig. 1.

10 Los parámetros de procedimiento a seleccionar se ajustan en general al diseño de la instalación empleada en el caso particular. Éstos se deben determinar mediante ensayos previos. De este modo, la temperatura de guía T_F se ajusta a la $T_g(S)$ de la matriz celular de PMI, al ajuste en altura de la calefacción superior $T_g(S) \leq T_F$ (temperatura de la calefacción superior). En este caso es válido que la temperatura de la calefacción superior se debe ajustar más elevada cuanto mayor sea la distancia a la matriz de espuma. Según grado de conformación (U_g) de las zonas de componente parciales, también se puede variar la intensidad de campo del emisor (I). En la proximidad del borde al bastidor de sujeción, la intensidad de campo del emisor I se selecciona próxima a un 100 %, para garantizar una afluencia continuada del material, y obtener simultáneamente la sujeción del material.

15 Apoyo de las capas cubrientes (ensamblado de capas): el núcleo celular puede estar provisto de diversos materiales cubrientes por un lado o por ambos lados. Se pueden emplear, por ejemplo, tejidos/esteras drapeables, combinaciones de materiales fabricadas por los más diversos tipos de fibras o mezclas de fibras (las denominadas organochapas), que están equipadas de fases termoplásticas, o capas cubrientes termoplásticas, como PC, PMMA, PVC, u otros materiales sintéticos moldeables como termoplásticos, que se pueden unir a la superficie de espuma.
20 Esto se puede efectuar opcionalmente bajo empleo de una película o vellón de adhesivo termoplástico como agente adhesivo. En el ejemplo concreto se empleó superior e inferiormente una capa de organochapa de 800 μm de grosor, de la firma Bond Laminates (Tepex ® Dynalite 102-RG600). En otro ejemplo se empleó lámina de policarbonato Lexan en el grosor 1500 μm por ambos lados.

25 Puesta en práctica: como núcleo celular se empleó una espuma de PMI de tipo ROHACELL® S de la firma Evonik Industries AG con una densidad de 51 kg/m^3 , y un grosor de material de 15 mm. El bastidor de sujeción debía estar reflejado preferentemente en el lado interno con banda adhesiva de Al o chapas de acero refinado de brillo elevado. El tamaño de formato de las capas cubrientes se ajusta a la dimensión de ventana ajustada, y está dimensionado de tal manera que las capas cubrientes solapan la ventana en anchura y longitud en aproximadamente 5 cm, y pueden estar contenidas en el bastidor de sujeción. El núcleo celular con las capas cubrientes a conformar se posiciona por
30 encima de la ventana de trabajo, y el bastidor de sujeción se baja para la fijación.

35 Durante el calentamiento a la temperatura de conformación de la espuma de PMI, de 210°C, se puede observar la ondulación incipiente de las capas cubrientes. Con el comienzo de la plastificación progresiva se aplican impulsos de aire comprimido aislados en la sala de máquinas para evitar un combado sobre la calefacción inferior. Dependiendo de los requisitos de las capas cubrientes, después de aproximadamente 3 a 4 minutos se pueden modificar la temperatura de guía y la intensidad del calefactor de tal manera que los materiales cubrientes se deforman plásticamente de manera drapeable. Ahora se aumenta brevemente la temperatura de guía en aproximadamente 5°C más, para conferir al material un calor residual mayor.

40 Una vez concluida la fase de calentamiento, el campo de calefacción inferior, así como el superior, se extraen de la zona de desplazamiento de las mitades de la herramienta, y el movimiento de cierre de la herramienta temperada se lleva a cabo lo más rápidamente posible con una temperatura entre 120°C y 150°C. La conformación y el drapeado de las capas cubrientes a lo largo de la geometría de la herramienta se efectúan de este modo en un paso de trabajo. Tras el enfriamiento de la herramienta a menos de 80°C se puede extraer finalmente el componente. Tras un nuevo calentamiento de la herramienta se puede comenzar con la fabricación del siguiente componente compuesto.

Ejemplo 2: fabricación de materiales celulares con compresión local (estructuras integrales)

45 El procedimiento se lleva a cabo, a modo de ejemplo, en la misma máquina de conformación Twin-Sheet modelo T8 de la firma Geiss AG descrita en el ejemplo 1. También en este caso, los parámetros de procedimiento a seleccionar se ajustan en general al diseño de la instalación empleada en el caso particular. Lo mismo es válido para la

temperatura de guía T_F , como se describe en el ejemplo 1. Para la ilustración de esta forma de realización remítase a la fig. 2.

5 Puesta en práctica: en el presente ejemplo se empleó espuma de PMI de tipo ROHACELL[®] IG de la firma Evonik Industries AG con una densidad de 110 kg/m^3 . El espesor del material de partida ascendía a 60 mm. La compresión parcial se consiguió mediante conos realizados superiormente en la herramienta, que comprimían el material en diámetro aproximadamente 25 mm parcialmente a 34 mm de grosor. También en otras zonas del componente, la geometría del lado de la herramienta se representó con radios estrechos y grados de compresión considerables en un tiempo de ciclo de aproximadamente 6 minutos.

10 A tal efecto, el bastidor de sujeción debía estar reflejado preferentemente en el lado interno con banda adhesiva de Al o chapas de acero refinado de brillo elevado. El tamaño de formato de la espuma se ajusta a la dimensión de ventana ajustada, y está dimensionado de tal manera que el formato celular solapa la ventana en anchura y longitud en aproximadamente 5 cm, y puede estar cubierto, por consiguiente, por el bastidor de sujeción. El formato celular a moldear se posiciona encima de la ventana de trabajo, y el bastidor de sujeción se baja para la fijación.

15 La intensidad de calefacción se puede ajustar correspondientemente al grado de compresión parcial, por ejemplo en zonas en las que se deben introducir piezas moldeadas, como por ejemplo elementos de inserción. En este ejemplo concreto, en primer lugar se efectuó un calentamiento con los emisores flash (NIR; $0,78\text{-}1,40 \mu\text{m}$) a una temperatura de 190°C . Con el comienzo de la plastificación progresiva, en el caso de grosores de espuma $\leq 15 \text{ mm}$ se aplican impulsos de aire comprimido aislados en la sala de máquinas para evitar un combado sobre la calefacción inferior. Tras la fase de calefacción se aumenta brevemente la temperatura de guía aproximadamente en $5\text{-}10^\circ\text{C}$ más, para conferir al material un calor residual mayor.

25 Para la conformación, una vez concluida la fase de calentamiento, el campo de calefacción inferior, así como el superior, se extraen de la zona de desplazamiento de las mitades de la herramienta, y el movimiento de cierre de la herramienta temperada se lleva a cabo lo más rápidamente posible con una temperatura entre 120°C y 150°C . La conformación y la compresión simultánea de zonas de componente aisladas se efectúan de este modo en un paso de trabajo. En este caso, en el mismo paso de trabajo se puede efectuar simultáneamente la introducción de elementos de inserción.

Tras el enfriamiento de la herramienta a una temperatura de menos de 80°C se puede extraer el componente. Tras una nueva calefacción de la herramienta se puede comenzar con la fabricación del siguiente componente FKV.

Ejemplo 3: moldeo de cuerpos huecos

30 El procedimiento se lleva a cabo, a modo de ejemplo, en la misma máquina de conformación Twin-Sheet modelo T8 de la firma Geiss AG descrita en el ejemplo 1. También en este caso, los parámetros de procedimiento a seleccionar se ajustan en general al diseño de la instalación empleada en el caso particular. Lo mismo es válido para la temperatura de guía T_F , como se describe en el ejemplo 1. Para la ilustración de esta forma de realización remítase a la fig. 3.

35 Puesta en práctica: en el presente ejemplo se empleó espuma de PMI de tipo ROHACELL[®] IG de la firma Evonik Industries AG con una densidad de 110 kg/m^3 . El espesor del material de partida de ambos formatos celulares ascendía a 15 mm respectivamente.

40 A tal efecto, el bastidor de sujeción debía estar reflejado preferentemente en el lado interno con banda adhesiva de Al o chapas de acero refinado de brillo elevado. El tamaño de formato de la espuma se ajusta a la dimensión de ventana ajustada, y está dimensionado de tal manera que el formato celular solapa la ventana en anchura y longitud en aproximadamente 5 cm, y puede estar cubierto, por consiguiente, por el bastidor de sujeción. Se insertan dos formatos celulares en el bastidor Twin-Sheet de la máquina. Los formatos celulares a unir para dar un cuerpo hueco se posicionan por encima de la ventana de trabajo, y el bastidor de sujeción se baja para la fijación.

45 La intensidad de calefacción se puede ajustar correspondientemente al grado de moldeo. En este ejemplo concreto, en primer lugar se efectuó un calentamiento con los emisores flash (NIR; $0,78\text{-}1,40 \mu\text{m}$) a una temperatura de 195°C . Con el comienzo de la plastificación progresiva, en el caso de grosores de espuma $\leq 15 \text{ mm}$ se aplican impulsos de aire comprimido aislados en la sala de máquinas para evitar un combado sobre la calefacción inferior. Tras la fase de calefacción se aumenta brevemente la temperatura de guía aproximadamente en $5\text{-}10^\circ\text{C}$ más, para conferir al material un calor residual mayor.

5 Para la conformación, una vez concluida la fase de calentamiento, el campo de calefacción inferior, así como el superior, se extraen de la zona de desplazamiento de las mitades de la herramienta, y el movimiento de cierre de la herramienta temperada se lleva a cabo lo más rápidamente posible con una temperatura entre 120°C y 150°C. La conformación se efectúa mediante succión de las placas de espuma plástica en la pared interna de la herramienta superior e inferior. Mediante medidas constructivas en la geometría de la herramienta se garantiza simultáneamente que se efectúe una soldadura circundante de los formatos de espuma. En este caso, el cuerpo hueco representaba la geometría de la herramienta conforme al contorno, y estaba soldado a los bordes circundantes de modo que no se producía una línea de soldadura, sino una estructura celular homogénea.

10 Tras el enfriamiento de la herramienta a una temperatura de menos de 80°C se puede extraer el componente. Tras una nueva calefacción de la herramienta se puede comenzar con la fabricación del siguiente componente FKV.

Ejemplo 4: moldeo en vacío de cuerpos huecos

15 El procedimiento se lleva a cabo, a modo de ejemplo, en la misma máquina de conformación Twin-Sheet modelo T8 de la firma Geiss AG descrita en el ejemplo 1. También en este caso, los parámetros de procedimiento a seleccionar se ajustan en general al diseño de la instalación empleada en el caso particular. Lo mismo es válido para la temperatura de guía T_F , como se describe en el ejemplo 1. Para la ilustración de esta forma de realización remítase a la fig. 4.

20 Puesta en práctica: en el presente ejemplo se empleó espuma de PMI de tipo ROHACELL® IG de la firma Evonik Industries AG con una densidad de 71 kg/m³. El espesor del material de partida de ambos formatos celulares ascendía a 5,6 mm. En esta forma de realización de la invención se emplean preferentemente formatos celulares de hasta 10 mm de grosor.

25 A tal efecto, el bastidor de sujeción debía estar reflejado preferentemente en el lado interno con banda adhesiva de Al o chapas de acero refinado de brillo elevado. El tamaño de formato de la espuma se ajusta a la dimensión de ventana ajustada, y está dimensionado de tal manera que el formato celular solapa la ventana en anchura y longitud en aproximadamente 5 cm, y puede estar cubierto, por consiguiente, por el bastidor de sujeción. Se insertan dos formatos celulares en el bastidor Twin-Sheet de la máquina. Los formatos celulares a unir para dar un cuerpo hueco se posicionan por encima de la ventana de trabajo, y el bastidor de sujeción se baja para la fijación.

30 La intensidad de calefacción se puede ajustar correspondientemente al grado de moldeo. En este ejemplo concreto, en primer lugar se efectuó un calentamiento con los emisores flash (NIR; 0,78-1,40 μm) a una temperatura de 210°C. Con el comienzo de la plastificación progresiva se aplican impulsos de aire comprimido aislados en la sala de máquinas, y por consiguiente se genera una burbuja de espuma.

35 Para la conformación, una vez concluida la fase de calentamiento, solo el campo de calefacción inferior se extrae de la zona de desplazamiento de las mitades de la herramienta, y la herramienta de conformación se conduce bajo la burbuja de espuma desde abajo. Después se posiciona la herramienta bajo la burbuja. La sala de máquinas se evacúa lo más rápidamente posible. De este modo, la espuma se estira sobre el contorno de la herramienta a través de la columna de aire de carga. Durante el desarrollo de la conformación total, la calefacción superior permanece en su posición de trabajo para evitar un enfriamiento de la espuma. Tras el enfriamiento de la herramienta a ≤ 80 °C, se puede extraer el componente, y tras calentamiento reiterado de la herramienta se puede comenzar con la fabricación del siguiente componente.

40 La geometría generada de este modo, con una flecha de aproximadamente 260 mm, representa, a modo de ejemplo, el segmento de frente de un ródrom de helicóptero.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la conformación de materiales celulares, caracterizado por que, en el caso del material celular, se trata de PMI, y por que el procedimiento comprende los siguientes pasos de proceso:
- a) estructura de capas de compuesto opcional con materiales cubrientes y núcleo celular intermedio,
- 5 b) calentamiento del material celular mediante radiación con radiación próxima a infrarrojo (radiación NIR) con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm ,
- c) conformación con una herramienta de conformación,
 - d) enfriamiento y extracción de la pieza de trabajo acabada.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el calentamiento y la conformación se efectúan en dos herramientas separadas, y en este caso el procedimiento presenta los siguientes pasos de proceso:
- a) estructura de capas de compuesto opcional con materiales cubrientes y núcleo celular intermedio,
 - b1) inserción en la zona de acción de campos de calefacción del lado de la máquina,
 - b2) calentamiento del material celular mediante radiación con radiación próxima a infrarrojo (radiación NIR) con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm ,
- 15 c1) transferencia del material celular a una herramienta de conformación,
- c2) conformación con la herramienta y,
 - d) enfriamiento y extracción de la pieza de trabajo acabada.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el calentamiento y la conformación se efectúan en una herramienta, y en este caso el procedimiento presenta los siguientes pasos de procedimiento:
- 20 a) estructura de capas de compuesto opcional con materiales cubrientes y núcleo celular intermedio,
- b1) inserción en una herramienta de moldeo que está equipada con un campo de calefacción extraíble,
 - b2) calentamiento del material celular mediante radiación con radiación próxima a infrarrojo (radiación NIR) con una longitud de onda entre 0,78 y 1,40 μm ,
 - c1) eliminación de la calefacción de la zona de procedimiento de la herramienta de conformación,
- 25 c2) conformación con la herramienta y,
- d) enfriamiento y extracción de la pieza de trabajo acabada.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que, en el caso del paso de proceso c2), se trata de un procedimiento de conformación bajo vacío.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, con el paso de proceso c2), se
- 30 obtiene una compresión del material celular.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que se disponen al menos dos piezas de material celular separadas, y por que se moldea un cuerpo hueco a partir de las mismas en el paso de proceso c2d).

- 7.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que se efectúa un moldeo previo por medio de aire comprimido directamente antes o directamente después del paso de proceso c).
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 o 7, caracterizado por que se lleva a cabo el paso de proceso a), y se emplea un material sintético reforzado con fibras como material cubriente.
- 5 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que, en el caso del material sintético, se trata de PP, PE, PC, PVC, una resina epoxídica, una resina de isocianato, una resina de acrilato, un poliéster o una poliamida, y por que, en el caso del material fibroso, se trata de fibras de carbono, vidrio, polímero o aramida.

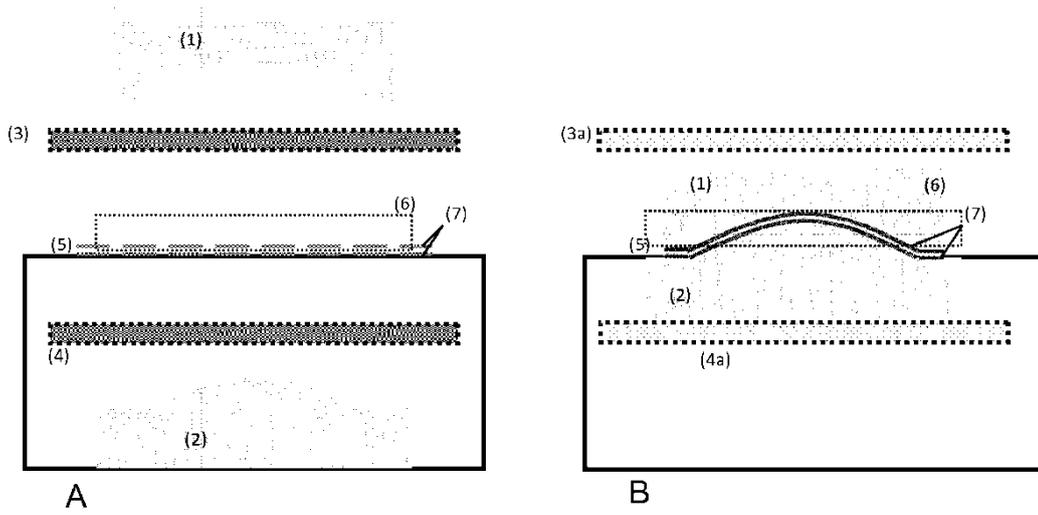


Fig.1

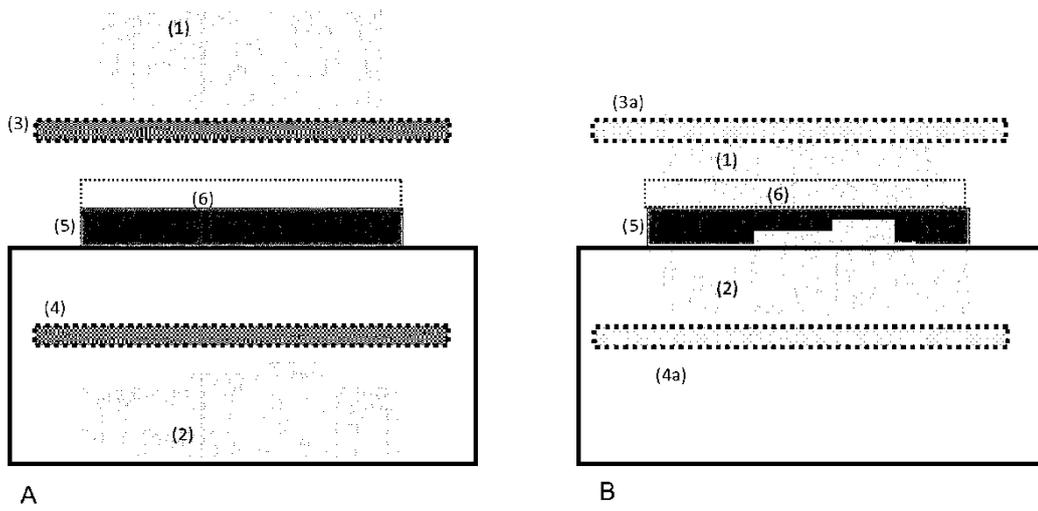


Fig.2

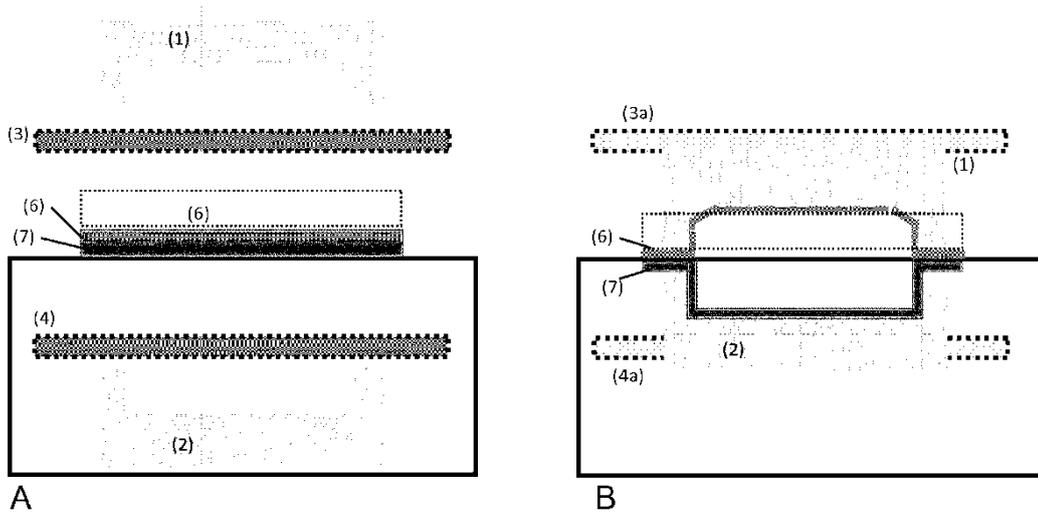


Fig.3

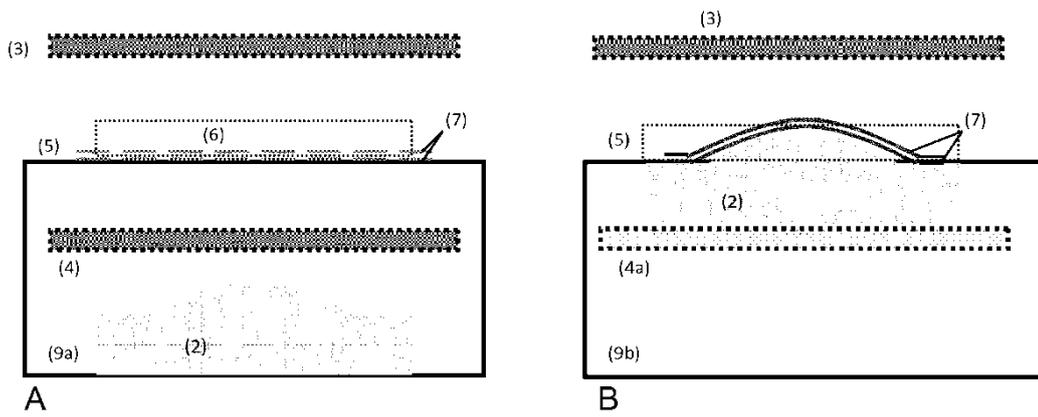


Fig.4