

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 426**

51 Int. Cl.:

*B29C 44/58* (2006.01)  
*B29K 71/00* (2006.01)  
*B29K 79/00* (2006.01)  
*B29K 81/00* (2006.01)  
*B29L 9/00* (2006.01)  
*B29C 33/38* (2006.01)  
*C08J 9/14* (2006.01)  
***B29C 44/12*** (2006.01)  
***B29C 44/34*** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2016 PCT/NL2016/050489**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017 WO17010872**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2016 E 16750525 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 3319768**

54 Título: **Método de fabricación de un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica en dirección de grosor**

30 Prioridad:

**10.07.2015 NL 2015137**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.12.2019**

73 Titular/es:

**FITS HOLDING BV (100.0%)  
Sperwerkamp 21  
3972 WB Driebergen-Rijsenburg, NL**

72 Inventor/es:

**DE GROOT, MARTIN THEODOOR**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 736 426 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**

Método de fabricación de un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica en dirección de grosor

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica en la dirección de grosor, que comprende una parte de núcleo espumado entre dos partes de cobertura, de acuerdo con la denominada técnica de espumado *in situ*.

10 El documento EP 636463 A1 ha descrito esta denominada técnica de espumado *in situ*. Esta conocida técnica comprende las etapas de proporcionar una lámina de un material termoplástico que comprende una cantidad de un agente de soplado físico adecuado (un agente hinchante o disolvente); colocar esta lámina entre dos capas de cobertura reforzadas con fibras de un material termoplástico similar, colocar el conjunto del núcleo termoplástico y las capas de cobertura reforzadas con fibras entre dos placas de prensado calentadas, suministrar calor y presión al conjunto y, cuando alcanza una temperatura de espumado que provoca el espumado del núcleo termoplástico aumentando el espaciado entre las placas de prensado; enfriar las placas de prensado cuando se obtiene un grosor de núcleo espumado predeterminado, mientras que el panel sándwich obtenido de este modo se mantiene bajo presión; seguido por una etapa de secado para reducir el contenido de agente de soplado físico o disolvente restante.

15 El documento NL2012710 C ha descrito un producto intermedio que comprende una piel y una capa espumable, que comprende adicionalmente una capa de refuerzo, que está incrustada en la capa espumable o entre la capa espumable y la piel. Cuando se somete a espumado, esta capa de refuerzo se incrusta en la capa espumada o entre la capa espumada y la piel.

20 Del documento DE 1267416 se conoce un molde de soporte para fabricar cuerpos o recipientes aislantes producidos de espuma de plástico rígido, en donde las partes de conformado que se enfrentan al cuerpo aislante a fabricar comprenden al menos parcialmente dos o más capas aproximadamente paralelas a la superficie del molde, cuyas capas están fabricadas con distintos materiales. Estas capas se construyen de modo que, el molde de soporte desde el interior al exterior, se disponen de forma alterna capas de almacenamiento de calor metálicas y capas de espuma aislantes del calor.

25 La publicación internacional WO 2006080833 A1 ha descrito que durante la etapa de secado a una temperatura elevada de la técnica de espumado *in situ*, se retira preferentemente el agente de soplado físico restante, mientras que la salida del mismo a través de los bordes periféricos del núcleo espumado se ve restringida.

30 La técnica de espumado *in situ* también se usa para la fabricación de tales sándwiches empezando con una parte de núcleo que comprende un material termoplástico que contiene un agente de soplado químico, entre partes de cobertura, tal como se desvela, por ejemplo, en las publicaciones internacionales WO 2015065175 A1 y WO 201506176 A1.

35 En los productos tipo sándwich que tienen un diseño simétrico en la dirección de grosor y obtenidos mediante el uso de dicha técnica de espumado *in situ*, la adhesión entre la(s) capa(s) de cobertura y el núcleo espumado es más fuerte que la unión entre las celdas de la espuma. En consecuencia, ante una carga mecánica excesiva en la interfaz del núcleo y capa de cobertura, ocurre un fallo en el núcleo espumado.

40 Ahora parece que cuando se usa esta técnica de espumado *in situ* de la técnica anterior para fabricar productos tipo sándwich que tienen una configuración asimétrica (tomando el núcleo como el centro) en la dirección de grosor, la adhesión entre una capa de cobertura (reforzada con fibras) y el núcleo espumado puede fallar, y que la resistencia a la tensión plana es baja en comparación con un diseño simétrico que tiene una densidad similar del núcleo termoplástico espumado. Tales configuraciones asimétricas pueden desearse para aplicaciones en donde ambas caras planas de un panel sándwich sirven para distintos fines y, de este modo, requieren propiedades distintas.

45 Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica que no presenta los inconvenientes anteriores o, al menos, los presenta en un menor grado. En particular, la invención busca mejorar la adhesión entre la(s) capa(s) de cobertura y el núcleo espumado en un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica.

Por consiguiente, el método de acuerdo con la invención de fabricación de un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica en la dirección de grosor comprende las etapas de:

50 a) una etapa de montaje de proporcionar un conjunto con forma de placas de una primera parte de cobertura y una segunda parte de cobertura y, entre estas partes de cobertura, una parte de núcleo de un material termoplástico que contiene un agente de soplado, en donde la segunda parte de cobertura no es igual a la primera parte de cobertura con respecto a la capacidad térmica y/o conductividad térmica;

55 b) una etapa de calentamiento de calentar el conjunto de la etapa a) con presión entre herramientas de prensado en una prensa; efectuando, de este modo, la adhesión de la parte de núcleo con la primera y segunda partes de cobertura;

c) una etapa de espumado de espumar el material termoplástico en la parte de núcleo bajo presión y a una temperatura de espumado entre herramientas de prensado en la prensa aumentando el espaciado entre las herramientas de prensado;

5 d) una etapa de enfriamiento de enfriar el panel sándwich espumado que resulta de la etapa c), mientras que el panel sándwich se mantiene bajo presión entre las herramientas de prensado;

10 e) una etapa de descarga de retirar el panel sándwich enfriado de este modo de la prensa; en donde durante la etapa a) una primera parte de compensación que se conforma en la capacidad térmica y conductividad térmica de la segunda parte de cobertura se posiciona lateral a la primera parte de cobertura y/o una segunda parte de compensación que se conforma en la capacidad térmica y conductividad térmica de la primer parte de cobertura se posiciona lateral a la segunda parte de cobertura y,

en donde durante o después de la etapa e) la primera y/o segunda partes de compensación se retiran del panel sándwich.

15 En el método de acuerdo con la invención, en primer lugar, se prepara un conjunto con forma de placas apilando una primera parte de cobertura, una parte de núcleo fabricada con un material termostático que contiene una cantidad suficiente de agente de soplado físico para espumarse en el grosor final conseguido en las etapas c) y d) y una segunda parte de cobertura, unas sobre otras. Normalmente, estas partes se presentan como láminas o películas. Para un funcionamiento continuo de un sándwich "infinito", el conjunto con forma de placas comprende 20 redes de la parte de núcleo termoplástica y las partes de cobertura, que están normalmente desenrolladas de bobinas. Una prensa continua tal como se describe en las publicaciones internacionales WO 2015065175 A1 y WO 201506176 A1 se puede usar para tal funcionamiento continuo. Para mayor claridad, en la presente memoria descriptiva la primera parte de cobertura se hará referencia, a veces como parte de cobertura inferior, mientras que la segunda parte de cobertura también se indica como parte de cobertura superior. Las partes de cobertura inferior y superior difieren entre sí con respecto a la capacidad térmica y/o conductividad térmica. Normalmente, tal diferencia está presente cuando el grosor total y/o el tipo de materiales usados en las partes de cobertura respectiva no son 25 idénticas, tales como materiales que tienen distintos coeficientes de transferencia térmica y/o coeficientes de conductividad térmica. Por ejemplo, la primera parte de cobertura contiene una capa termoplástica (reforzada con fibras) que tiene un determinado grosor, mientras que la segunda parte de cobertura consiste en tales dos capas termoplásticas (reforzadas con fibras). Otro ejemplo es un conjunto, en donde se usa una lámina de metal como aluminio para una parte de cobertura, mientras que la parte de cobertura opuesta comprende un material termoplástico (reforzado con fibras). El conjunto con forma de placas es normalmente flexible y se adapta a la forma de las herramientas de prensado, que pueden ser planas para producir paneles sándwich planos (aplanados). También se contempla una forma más compleja de las herramientas de prensado tal como curvada o curvada por 30 doble en distintas direcciones, por ejemplo, para fabricar un techo de un coche o una pared lateral del interior de una aeronave. Normalmente, las herramientas de prensado tales como placas de prensado planas se montan de forma liberable en la prensa.

35 Como se ha indicado anteriormente, si tal conjunto se somete a las etapas del método de espumado *in situ* que comprenden una etapa de espumado, etapa de enfriamiento, etapa de descarga y etapa de secado, las propiedades mecánicas del sándwich resultante son insuficientes, en particular, la adhesión es baja.

40 Sin querer quedar limitado a teoría alguna, se cree que estas propiedades insuficientes e inconsistentes son provocadas por una diferencia en las condiciones de enfriamiento debido a la configuración asimétrica. Por consiguiente, se produce una diferencia de temperatura entre las respectivas interfaces de las partes de cobertura con el núcleo termoplástico espumado. En estas interfaces, en caso de un agente de soplado físico (agente hinchante o disolvente), la concentración de las mismas es superior que en el centro de la parte de núcleo termoplástico durante la etapa de enfriamiento, en particular, durante una etapa de enfriamiento rápido a 45 velocidades de aproximadamente 100 °C/min. Debido a las diferencias de temperatura, se produce un flujo de agente de soplado físico en aire, cuyo aire se aspira inevitablemente desde el entorno cuando se abre la prensa en la etapa de espumado, cuyo flujo provoca el colapso y/o disolución de las celdas de espuma recién formadas localmente, en particular, en estas interfaces. Como resultado, la adhesión entre las partes de cobertura y núcleo espumado podría ser baja. También, durante el calentamiento a la temperatura de espumado, podría producirse una 50 diferencia en temperatura de modo que las condiciones de tiempo y temperatura a las que se somete la interfaz entre la parte de núcleo que contiene el agente de soplado físico y la respectiva parte de cobertura son distintas tanto en los lados inferiores como superiores, dando como resultado una adhesión distinta en ambos lados.

55 En caso de un agente de soplado químico que se descompone por encima de su temperatura de descomposición en productos de descomposición gaseosa, como nitrógeno, amoníaco, oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, el rápido enfriamiento de la temperatura de espumado (que es adecuado en la temperatura de fusión del respectivo termoplástico en el núcleo), en particular, enfriamiento no homogéneo debido a diferencia de temperatura provocadas por el diseño asimétrico puede inducir tensiones de encogimiento, en particular, en la interfaz de una parte de cobertura y la parte de núcleo, que afecta la adhesión localmente.

La invención contrarresta la aparición de esta diferencia de temperatura y las consecuencias de la misma añadiendo una o más partes de compensación al conjunto de modo que con respecto a la capacidad de calentamiento y conductividad térmica se consigue una configuración más simétrica, sin embargo, sin unión de las partes de compensación adicionales a las respectivas capas de cobertura durante el proceso. En otras palabras, solo la parte de núcleo espumado se adhiere a las partes de cobertura en las etapas b) y c). Se asume que este tipo de compensación o igualación con respecto a las propiedades de transferencia térmica de las partes de cobertura en combinación con las partes de compensación reduce las diferencias de temperatura entre las interfaces de la parte de núcleo espumado y partes de cobertura durante la etapa de enfriamiento, reduciendo, de este modo, el flujo local de agente de soplado físico y también la generación de tensión interna debido a encogimiento cuando se enfría en caso de un agente de soplado químico. En caso de un agente de soplado físico, las partes de compensación también permiten una etapa de calentamiento más homogénea, que resulta ventajosa para igualar la adhesión en la parte de cobertura inferior y superior respectivamente. De este modo, de acuerdo con la invención en la etapa a) una primera parte de compensación y/o una segunda parte de compensación se disponen en las respectivas superficies externas de la primera y segunda partes de cobertura.

El método de acuerdo con la invención puede realizarse usando cualquier material de plástico termoplástico en la parte de núcleo, cuyo termoplástico puede espumarse mediante un agente de soplado. Ejemplos de termoplásticos adecuados incluyen polieterimida (PEI), polietersulfona (PES), polisulfona (PSU), polifenilensulfido (PPS), polifenilsulfona (PPSU), policetona, polímero de cristal líquido, policarbonato (PC), propileno, etc. Un termoplástico preferente para su uso con un agente de soplado físico es polieterimida (PEI). Este termoplástico está disponible en Sabic JP con el nombre comercial de Ultem en distintos grados. Materiales preferentes para su uso en combinación con un agente de soplado químico son poliolefinas, en particular, polietileno y polipropileno, así como (bio-)termoplásticos cristalinos.

La parte de núcleo contiene una cantidad de agente de soplado, que es suficiente para espumar el material termoplástico en la parte de núcleo al grosor deseado. Este grosor se determina por la distancia final conseguida entre las herramientas de prensado en la etapa de espumado c) y etapa de enfriamiento d). Ejemplos típicos de agentes de soplado físicos incluyen compuestos orgánicos de baja ebullición. Un ejemplo preferente es acetona.

La descomposición de un agente de soplado químico a una elevada temperatura, donde la viscosidad o resistencia de fusión del material termoplástico fundido de la parte de núcleo es baja, ofrece la ventaja de que los productos de descomposición gaseosa se distribuyen bien por toda la parte de núcleo antes del espumado. Las películas extrusionadas del material termoplástico de la parte de núcleo que tienen una cantidad suficiente de agente de soplado químico pueden extruirse justo por encima de la temperatura de fusión o intervalo del termoplástico en cuestión y por debajo de la temperatura de inicio de descomposición del agente de soplado químico. Esta temperatura de inicio de la descomposición del agente de soplado químico se encuentra a menudo dentro del 10 - 20 % de la temperatura de fusión o intervalo del material termoplástico. De este modo, se puede realizar la descomposición eficaz del agente de soplado químico dentro de decenas de segundo a una temperatura del 25 - 35 % por encima de la temperatura de fusión o intervalo del primer termoplástico.

Por ejemplo, el propileno (isostático) disponible en el mercado tiene un punto de fusión (determinado por calorimetría de barrido diferencial) en el intervalo de 160-171 °C, dependiendo de la cantidad de PP atáctico presente y su cristalinidad. El agente de soplado químico azodicarbonamida, dependiendo del tamaño de partícula del polvo, empieza a descomponerse, en general, por encima de 170 °C, mientras que la descomposición térmica en la invención se lleva a cabo ventajosamente a una temperatura considerablemente superior tal como se ha indicado anteriormente, tal como por encima de 200 °C.

Otros ejemplos de agentes de soplado químico incluyen azobisisobutironitrilo, diazoaminobenceno, mononatrio citrato y oxibis(p-bencenosulfonilo)hidrazida. Son preferentes azo-, hidracina y otros agentes de soplado químico a base de nitrógeno. La azodicarbonamida es un ejemplo preferente de esta categoría. Aún otros ejemplos incluyen isocianato para PU y bicarbonato de sodio.

Las partes de cobertura pueden seleccionarse adecuadamente de láminas de material termoplástico, metales y combinaciones de los mismos. Adecuadamente, el material termoplástico, si lo hay, de una parte de cobertura es el mismo que el material termoplástico de la parte de núcleo termoplástico. Materiales termoplásticos adecuados - en caso de un agente de soplado físico en la parte de núcleo termoplástico - incluyen polietersulfona (PES), polifenilsulfona (PPSU) y polisulfona (PSU), en particular, polieterimida (PEI) en vista de sus favorables propiedades pirorresistentes. Sin embargo, también se contemplan combinaciones de distintos termoplásticos. Ejemplos adecuados de los mismos comprenden, entre otros, parte de núcleo de PEI entre partes de cobertura, en donde al menos una de las partes de cobertura está fabricada con PS o PC y una parte de núcleo de PES y al menos una parte de cobertura de PC. En caso de un agente de soplado químico contenido en la parte de núcleo termoplástico, el termoplástico, si lo hay, en una parte de cobertura es, normalmente, el mismo que el termoplástico en la parte de núcleo. El aluminio es un metal preferente para una parte de cobertura en vista del peso. En vista del peso y resistencia en una realización ventajosa, al menos una de la primera y segunda parte de cobertura comprende una o más capas de un termoplástico reforzado con fibras.

5 Aquí se destaca, que en una realización de un agente de soplado físico contenido en la parte de núcleo termoplástico y una parte de cobertura que comprende múltiple subcapas de material termoplástico (reforzado con fibras), normalmente estas capas están consolidadas (es decir, sometidas a un tratamiento térmico por encima de la temperatura de transición vítrea) en una condición presurizada) antes de la etapa a), de modo que las subcapas termoplásticas (reforzadas con fibras) se adhieren irreversiblemente entre sí y forman una única parte de cobertura integral. Esta etapa de consolidación es necesaria ya que durante la etapa de espumado no se produciría unión entre estas capas, ya que básicamente la etapa de espumado se lleva a cabo a una temperatura de espumado por debajo de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico en la(s) parte(s) de cobertura y, adicionalmente, el agente de soplado físico no puede difundirse desde la parte de núcleo a través de una capa adyacente sobre la interfaz entre las capas de la parte de cobertura.

10 En cambio, en caso de un agente de soplado químico que tiene una temperatura de descomposición por encima del punto de fusión o intervalo del material termoplástico en la parte de núcleo y el material termoplástico en las partes de cobertura, no es necesaria la previa consolidación de múltiples capas por separado para preparar una única parte de cobertura consolidada. En tal caso, en la etapa de calentamiento b) la temperatura se aumenta por encima del a temperatura de descomposición del agente de soplado químico, de modo que también se producirá la consolidación de las múltiples capas termoplásticas en una parte de cobertura.

15 Las fibras de vidrio son un ejemplo preferente de refuerzo, si están presentes en una parte de cobertura. Sin embargo, se pueden aplicar otras fibras inorgánicas, tales como fibras metálicas, fibras de carbono y fibras orgánicas tales como fibras de aramida. Además de las anteriores fibras sintéticas, también se pueden utilizar fibras naturales. Las fibras en el refuerzo de una parte de cobertura pueden orientarse opcionalmente y no hay restricciones sea cual sea la longitud y orientación. Tejidos de punto, telas tejidas, esterillas, paños y fibras unidireccionales representan diversas manifestaciones de los mismos.

20 La etapa de espumado, etapa de enfriamiento y etapa de secado se realizan en condiciones similares a las descritas en el estado anteriormente mencionado de los documentos del estado de la técnica, dependiendo en los materiales de partida incluidos del tipo de agente de soplado y dimensiones.

25 En la etapa de espumado se forma una espuma de celda cerrada, normalmente una espuma anisotrópica con celdas alargadas que están orientadas en la dirección de altura (es decir, la dimensión más grande de las celdas se extiende en una dirección desde una parte de cobertura a la otra parte de cobertura).

Normalmente, el proceso de acuerdo con la invención se adapta al tipo del agente de soplado utilizado.

30 Dado que el agente de soplado en el material termoplástico de una parte de núcleo es un agente de soplado físico, entonces en la etapa b) el conjunto se calienta a la temperatura de espumado por debajo de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico en la parte de núcleo y, en después de la etapa e) se lleva a cabo una etapa de secado f) de secar los paneles sándwich obtenidos.

35 Dado que el agente de soplado en el material termoplástico de una parte de núcleo es un agente de soplado químico que tiene una temperatura de descomposición por encima del punto de fusión o intervalo del termoplástico en la parte de núcleo, entonces en la etapa b) el conjunto se calienta a una temperatura por encima de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico, de modo que se produce la descomposición y, preferentemente, posteriormente el conjunto -aún bajo presión- se enfría a la temperatura de espumado normalmente por encima o a la temperatura de fusión (intervalo o punto) del termoplástico en la parte de núcleo. A continuación, la etapa de espumado y etapa de enfriamiento se llevan a cabo tal como se ha explicado. El espumado a la temperatura de descomposición, de este modo, bastante por encima del punto de fusión o intervalo del termoplástico en cuestión, es posible, pero debido a la baja viscosidad daría como resultado celdas relativamente débiles de la parte de núcleo espumada.

40 Normalmente, la presión durante la etapa de calentamiento, etapa de espumado y etapa de enfriamiento se encuentra en el intervalo de 3-5 MPa. También se contemplan presiones superiores. En la etapa de espumado c) el conjunto con parte(s) de compensación añadidas se disponen en la prensa, que se precalienta preferentemente. Cuando se calienta la prensa, la temperatura del conjunto (basándose en el agente de soplado físico) y parte(s) de compensación agregada(s) alcanza la temperatura de espumado (por ejemplo, 175-182 °C para una parte de núcleo de PEI). Durante el calentamiento, el conjunto se mantiene entre las herramientas de prensado calentadas en una condición presurizada para evitar la expansión prematura de la parte de núcleo y generar simultáneamente la unión de la parte de núcleo a espumar con las partes de cobertura. A continuación, se aumenta la distancia entre las placas de prensado. En la etapa de enfriamiento c) el conjunto espumado, mientras que se mantiene en la prensa bajo presión (normalmente esencialmente la misma presión que durante el espumado) se enfría hasta temperatura ambiente. Después de descargar el panel sándwich obtenido de este modo de la prensa y retirar la(s) parte(s) de compensación, el panel sándwich, si se basa en un agente de soplado físico, se somete a un tratamiento de secado para reducir el contenido de agente de soplado físico. Este tratamiento de secado se lleva a cabo, preferentemente aumentando la temperatura en intervalo hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 150 °C a aproximadamente la temperatura de transición vítrea del termoplástico de núcleo espumado. Para PEI la Tg es de 217 °C. El aumento de temperatura entre intervalos es de normalmente aproximadamente 10 grados. El panel

sándwich se mantiene en cada temperatura intermedia durante un período de tiempo suficiente, por ejemplo, dos horas. Ventajosamente, la etapa de secado e) se inicia a las 10-12 horas después del fin de la etapa de conformación b). Si al menos una de las partes de cobertura comprende un material termoplástico, el secado se lleva a cabo preferentemente tal como se describe en la publicación internacional WO 2006/080833 A1. En caso de un agente de soplado químico en una olefina termoplástica como polietileno o polipropileno no es necesaria una etapa de secado.

Los paneles sándwich obtenidos mediante el uso del método de acuerdo con la invención pueden procesarse adicionalmente, por ejemplo, conformando la forma final deseada mediante acabado de los bordes. Los paneles sándwich fabricados de acuerdo con la presente invención se utilizan ventajosamente en aplicaciones de peso ligero en donde se necesitan propiedades ignífugas y/o una resistencia/rigidez suficiente. Un área de aplicación preferente es el sector del transporte, incluido automovilístico, en particular, industria aeronáutica y espacial.

En una sencilla realización de la invención, la primera parte de compensación es idéntica a la segunda parte de cobertura y/o la segunda parte de compensación es idéntica a la primera parte de cobertura. Esta realización es particularmente ventajosa, si la primera y segunda partes de cobertura del conjunto consisten en distintos materiales, por ejemplo, una lámina de metal en un lado y una o más (consolidadas o no, dependiendo de la naturaleza del agente de soplado tal como se ha explicado anteriormente) láminas de un material termoplástico reforzado con fibras en el lado opuesto. Entonces, de acuerdo con esta realización preferente, se dispone el mismo número de láminas de termoplástico reforzado con fibras, aunque no consolidadas, por debajo de la parte de cobertura de metal en la respectiva herramienta de prensado, y sobre el la parte superior de la otra parte de cobertura se dispone la misma lámina de metal.

Si en una realización de un agente de soplado químico, una parte de cobertura comprende el mismo termoplástico que en el núcleo, entonces existe el riesgo de que la(s) parte(s) de compensación que está(n) fabricadas con un material termoplástico se adhieran a la parte de cobertura. Tal adhesión indeseada puede contrarrestarse al proporcionar una lámina o película de separación resistente a la temperatura, tal como una lámina de teflón, entre la superficie externa de la parte de cobertura que comprende una capa de cobertura (reforzada con fibras) y la parte de compensación. Para restaurar el equilibrio térmico, en general, se añade al otro lado una lámina o película de separación similar.

En otra realización preferente la primera parte de cobertura comprende un primer número de capas, que pueden consolidarse con una parte integral en caso de un agente de soplado físico, de un material termoplástico, preferentemente material termoplástico reforzado con fibras y la segunda parte de cobertura comprende un segundo, aunque distinto, número de capas, que, cuando se requiere, se consolida con una parte integral, del mismo material termoplástico (reforzado con fibras). De este modo, el grosor total o número total de refuerzos difiere. En tal situación, donde solo el grosor es distinto es normalmente suficiente para solo tener una parte de compensación en una parte de cobertura para fabricar el mismo grosor total en ambos lados. Esta parte de compensación consiste en la diferencia en número de capas originales en la parte de cobertura.

En una realización preferente del método de acuerdo con la invención que utiliza un agente de soplado físico en la parte de núcleo termoplástico del conjunto de partida, la etapa de enfriamiento d) comprende dos subetapas d1) y d2). En la primera subetapa d1) el conjunto espumado y parte(s) de compensación añadidas se somete a un primer tratamiento de enfriamiento desde la temperatura de espumado a una temperatura intermedia a una primera velocidad de enfriamiento, mientras que en la segunda subetapa d2) el conjunto espumado y parte(s) de compensación añadidas se somete a un segundo tratamiento de enfriamiento desde la temperatura intermedia a temperatura ambiente a una segunda velocidad de enfriamiento, en donde la segunda velocidad de enfriamiento es inferior a la primera velocidad de enfriamiento. Normalmente, la temperatura intermedia se encuentra en un intervalo de la mitad de la temperatura de espumado  $\pm 10-20$  °C. Por ejemplo, un panel sándwich a base de núcleo espumado de PEI se enfría en una primera subetapa desde la temperatura de espumado de aproximadamente 180 °C a una temperatura intermedia de 90 °C dentro de 40 segundos, preferentemente dentro de 15 - 25 segundos. En la segunda subetapa, el panel sándwich se enfría a temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento de aproximadamente como máximo la mitad de la primera velocidad de enfriamiento de la primera subetapa, preferentemente menos de 20 °C/min. Tal tratamiento de enfriamiento multietapa ha parecido ser favorable desde el punto de vista de la adhesión

Cuando el conjunto de partida comprende un agente de soplado químico, una única velocidad de enfriamiento alta es suficiente.

La invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes Ejemplos.

**Ejemplo 1 (de acuerdo con la técnica anterior)**

Primera y segunda partes de cobertura: cada tejido de vidrio US-style 7781 de una capa de PEI (polieterimida) impregnado y consolidado con 33+-2 % de PEI, grosor de capa = 0,23 mm.

Parte de núcleo termoplástico: dos películas de PEI, (polieterimida) Ultem 1000 se impregnaron con 12,1 - 12,9 % en peso de acetona, grosor de película en el intervalo de 250-300 micrómetros.

El porcentaje de acetona en la película se determina como ((peso de película + acetona en g) menos (peso de la película neto en g)) dividido por (peso de la película neto en g).

Se fabricaron varios paneles FITS (dimensiones planas 50 X 30 cm) con la siguiente configuración:

5 Se montó una pila simétrica con dos películas de PEI impregnadas con acetona como parte de núcleo entre la primera y segunda partes de cobertura idénticas. Este conjunto se colocó entre las placas de prensado calentadas de la prensa. Después de cerrar la prensa, el conjunto se calentó en segundos a la temperatura de espumado requerida de 178-180 °C. El centro del dispositivo de medición de temperatura (Elemento Pt tipo K) está emplazado 4 mm por debajo de las placas de prensado. La presión es de 4 PMA. Cuando la prensa alcanza esta temperatura de espumado - mientras que mantiene la presión a esencialmente el mismo valor - se abrió de acuerdo con 10 determinada curva de espumado a un grosor predeterminado (como se especifica a continuación) del panel de sándwich final, después de lo cual las placas de prensado y, por consiguiente, el panel de sándwich termoplástico se enfriaron desde la temperatura de espumado a 90 °C en 20 segundos y, aún más a una temperatura por debajo de 60 °C a una velocidad inferior a 10 °C/s. Posteriormente, los paneles sándwich obtenidos se secaron de acuerdo con 15 la publicación internacional WO2006080833 A1 golpeando los bordes para reducir la salida periférica de acetona y dirigirla a través de las partes de cobertura usando incrementos de temperatura de 10 °C entre intervalos de 2-4 horas a una temperatura dada.

De este modo, se fabricaron paneles sándwich con grosores de 9,5 y 7,5 mm. Los paneles sándwich se sometieron a ensayo para la adhesión entre las partes de cobertura de PEI termoplásticas reforzadas con fibras y la parte de núcleo de PEI espumado *in situ* mediante el uso de un procedimiento de ensayo de resistencia a la tracción plana de 20 acuerdo con la norma ASTM C297.

El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 9,5 mm que tiene una densidad de espuma (obtenido de 2 películas de PEI impregnadas con acetona que tienen un grosor de 300 micrómetros cada una) de 85 kg/m<sup>3</sup> mostró una resistencia a la tracción plana promedio de 3,4 MPa. El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 7,5 mm que tiene una densidad de espuma (obtenido de 2 películas de PEI impregnadas con acetona que tienen un 25 grosor de 250 micrómetros cada una) de 90 kg/m<sup>3</sup> tiene una resistencia a la tracción plana promedio de 3,9 MPa.

Normalmente, se produjo el fallo de las muestras de ensayo en la parte de núcleo termoplástico, lo que indica que la adhesión entre la parte de núcleo y las partes de cobertura es adecuada. Las partes de cobertura no se podrían pelar manualmente del núcleo de espuma.

### Ejemplo 2 (comparativo)

30 Primera parte de cobertura: tejido de vidrio US-style 7781 de una capa de PEI (polieterimida) impregnado y consolidado con 33+-2 % de PEI, grosor de capa = 0,23 mm.

Segunda capa de cobertura: una parte integral que consiste originalmente de tejido de vidrio US-style 7781 de dos capas impregnadas con 33+-2 % de PEI, que se consolidaron; grosor total = 0,46 mm; parte de núcleo termoplástico: dos películas de PEI, (Polieterimida) Ultem 1000, impregnadas con 12,1 - 12,9 % en peso de 35 acetona, grosor de película en el intervalo de 250-300 micrómetros.

Se preparó un conjunto asimétrico de la parte de núcleo termoplástico entre la primera y segunda parte de cobertura. Este conjunto se sometió a espumado *in situ* como se ha indicado en el Ejemplo 1 usando las mismas condiciones.

40 Se obtuvieron paneles sándwich (25 X 25 cm) que tenían un grosor de 9,75 mm a partir de dos películas de PEI impregnadas con acetona que tenían un grosor de 300 micrómetros cada una, respectivamente 7,75 mm a partir de dos películas de PEI impregnadas con acetona que tenían un grosor de 250 micrómetros cada una. El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 9,5 mm que tiene una densidad de espuma de 85 kg/m<sup>3</sup> mostró una resistencia a la tracción plana promedio de 1,5 MPa. El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 7,5 mm que tiene una densidad de espuma de 90 kg/m<sup>3</sup> tiene una resistencia a la tracción plana promedio de 2,0 MPa.

45 Se produjo el fallo de las muestras de ensayo en la interfaz entre la parte de cobertura termoplástica reforzada con fibras y la parte de cobertura espumada *in situ*, lo que indicaba que la adhesión en las interfaces era inferior a la resistencia de la espuma. También, las partes de cobertura podrían pelarse manualmente de la parte de núcleo de espuma con bastante facilidad.

### Ejemplo 3 (de acuerdo con la invención)

50 El Ejemplo 2 se repitió, excepto en que una parte de compensación que consistía en una capa adicional de PEI (polieterimida) de tejido de vidrio US-style 7781 impregnada y consolidada con 33+-2 % de PEI, grosor de capa = 0,23 mm, se dispuso en la primera parte de cobertura: De este modo, una pila simétrica basada en un conjunto asimétrico y la parte de compensación se somete al método de espumado *in situ*.

## ES 2 736 426 T3

Primera parte de cobertura: tejido de vidrio US-style 7781 de una capa de PEI (polieterimida) impregnado y consolidado con 33+-2 % de PEI, grosor de capa = 0,23 mm.

Segunda capa de cobertura: una parte integral que consistía originalmente en tejido de vidrio US-style 7781 de dos capas impregnado con 33+-2 % de PEI, que se consolidaron; grosor total: = 0,46 mm.

- 5 Parte de núcleo termoplástico: dos películas de PEI, (polieterimida) Ultem 1000, impregnados con 12,1 - 12,9 % en peso de acetona, grosor de película en el intervalo de 250-300 micrómetros.

Primera parte de compensación: tejido de vidrio US-style 7781 de una capa de PEI (polieterimida) impregnado y consolidado con 33+-2 % de PEI, grosor de capa = 0,23 mm.

- 10 Se obtuvieron paneles sándwich (25 X 25 cm que tenían un grosor de 9,75 mm a partir de dos películas de PEI impregnadas con acetona que tenían un grosor de 300 micrómetros cada una, respectivamente 7,75 mm que empezaban de dos películas de PEI impregnadas con acetona que tenían un grosor de 250 micrómetros cada una. El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 9,5 mm que tiene una densidad de espuma de 85 kg/m<sup>3</sup> mostró una resistencia a la tracción plana promedio de 3,4 MPa. El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 7,5 mm que tiene una densidad de espuma de 90 kg/m<sup>3</sup> tiene una resistencia a la tracción plana promedio de 3,9 MPa.
- 15 El fallo de las muestras de ensayo se produjo en el núcleo espumado. Las partes de cobertura no se podrían pelar manualmente del núcleo de espuma.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de fabricación de un panel sándwich que tiene una configuración asimétrica en la dirección de grosor que comprende las etapas de:

5 a) una etapa de montaje de proporcionar un conjunto con forma de placas de una primera parte de cobertura y una segunda parte de cobertura y, entre estas partes de cobertura, una parte de núcleo de un material termoplástico que contiene un agente de soplado, en donde la segunda parte de cobertura no es igual a la primera parte de cobertura con respecto a la capacidad térmica y/o conductividad térmica;

10 b) una etapa de calentamiento de calentar el conjunto de la etapa a) con presión entre herramientas de prensado en una prensa; efectuando, de este modo, la adhesión de la parte de núcleo con la primera y segunda partes de cobertura;

c) una etapa de espumado de espumar el material termoplástico en la parte de núcleo bajo presión y a una temperatura de espumado entre herramientas de prensado en la prensa aumentando el espaciado entre las herramientas de prensado;

15 d) una etapa de enfriamiento de enfriar el panel sándwich espumado que resulta de la etapa c), mientras que el panel sándwich se mantiene bajo presión entre las herramientas de prensado;

e) una etapa de descarga de retirar el panel sándwich enfriado de este modo de la prensa;

20 caracterizado por que durante la etapa a) una primera parte de compensación que se conforma en la capacidad térmica y conductividad térmica de la segunda parte de cobertura se posiciona lateral a la primera parte de cobertura y/o una segunda parte de compensación que se conforma en la capacidad térmica y conductividad térmica de la primer parte de cobertura se posiciona lateral a la segunda parte de cobertura y, en donde durante o después de la etapa e) la primera y/o segunda partes de compensación se retiran del panel sándwich.

2. Método según la reivindicación 1, en donde la primera parte de compensación es idéntica a la segunda parte de cobertura y/o la segunda parte de compensación es idéntica a la primera parte de cobertura.

25 3. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde el agente de soplado en el material termoplástico de la parte de núcleo es un agente de soplado físico, en donde en la etapa b) el conjunto se calienta a una temperatura de espumado por debajo de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico en la parte de núcleo y, en donde una etapa de secado f) de secar el panel sándwich enfriado obtenido se lleva a cabo después de la etapa e).

4. Método según cualquiera una de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos, una de la primera y segunda partes de cobertura comprende una capa de material termoplástico.

30 5. Método según cualquiera una de las reivindicaciones anteriores, en donde una primera parte de cobertura comprende una o más capas consolidadas de un material termoplástico reforzado con fibras y la segunda parte de cobertura comprende una capa metálica.

35 6. Método según cualquiera una de las reivindicaciones 1-4, en donde una primera parte de cobertura comprende una o más capas consolidadas de un material termoplástico reforzados con fibras y la segunda parte de cobertura comprende un número distinto de capas consolidadas del mismo material termoplástico reforzado con fibras.

40 7. Método según cualquiera una de las reivindicaciones anteriores, en donde en la etapa c) el enfriamiento se lleva a cabo en dos subetapas, que comprende una primera subetapa c1) de enfriar el conjunto espumado desde la temperatura de espumado a una temperatura intermedia en el intervalo de 70-100 °C a una primera velocidad de enfriamiento y una segunda subetapa c2) de enfriar el conjunto espumado desde la temperatura intermedia a temperatura ambiente a una segunda velocidad de enfriamiento, en donde la primera velocidad de enfriamiento es superior a la segunda velocidad de enfriamiento.

45 8. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde el agente de soplado es un agente de soplado químico que tiene una temperatura de descomposición por encima del punto de fusión o intervalo del material termoplástico de la parte de núcleo, en donde en la etapa b) el calentamiento se lleva a cabo a una temperatura por encima de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico de modo que se produce la descomposición del agente de soplado y, posteriormente, se lleva a cabo el enfriamiento a una temperatura de espumado por encima de la temperatura de fusión del material termoplástico en la parte de núcleo.

50 9. Método según la reivindicación 8, en donde al menos una de la primera y segunda parte de cobertura comprende una capa de un material termoplástico, y en donde en la etapa a) se posiciona una capa de separación resistente a temperatura entre cada parte de cobertura que comprende un material termoplástico, y la parte de compensación asociada, y en donde a cada lateral del conjunto está presente tal capa de separación.

10. Método según cualquiera una de las reivindicaciones anteriores 8-9, en donde el termoplástico en la parte de núcleo se selecciona de materiales termoplásticos cristalinos.

11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8-10, en donde el material termoplástico de la parte de núcleo se selecciona de poliolefinas.
12. Método según cualquiera una de las reivindicaciones anteriores 8-11, en donde una primera parte de cobertura comprende una o más capas consolidadas de un material termoplástico reforzado con fibras y la segunda parte de cobertura comprende una capa metálica.
- 5
13. Método según cualquiera una de las reivindicaciones 8-12, en donde una primera parte de cobertura comprende una o más capas consolidadas de un material termoplástico reforzados con fibras y la segunda parte de cobertura comprende un número distinto de capas consolidadas del mismo material termoplástico reforzado con fibras.
14. Método según la reivindicación 9, en donde al menos, una de la primeras y segundas partes de cobertura comprende una capa de un material termoplástico reforzado con fibras.
- 10
15. Método según la reivindicación 11, en donde el material termoplástico de la parte de núcleo es polietileno o polipropileno.