

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 873**

51 Int. Cl.:

**B29D 99/00** (2010.01)

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2020** **E 20382727 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023** **EP 3950290**

54 Título: **Panel intercalado con un núcleo en panal de abejas y método para fabricar el mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.05.2024**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS, S.L.U. (50.0%)**

**Av. John Lennon s/n  
28906 Getafe (Madrid), ES y**

**ALESTIS AEROSPACE, S.L. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**VÁZQUEZ CASTRO, JESÚS JAVIER;**

**GARCÍA MARTÍN, DIEGO;**

**BUTRAGUENO MARTÍNEZ, ASUNCIÓN;**

**FRUTOS MUÑOZ, ANA;**

**MARTÍN BRAVO, JOSÉ;**

**CALERO CASANOVA, ALVARO y**

**AGUILAR BARROSO, MARÍA DEL CARMEN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 967 873 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

Panel intercalado con un núcleo en panal de abejas y método para fabricar el mismo

### 5 Campo técnico de la invención

La presente invención pertenece al campo de la fabricación de materiales compuestos y, particularmente, se refiere a un método para fabricar un panel intercalado (de tipo sándwich) aeronáutico con un núcleo en panal de abejas.

- 10 En particular, este procedimiento de fabricación proporciona una solución de sellado de núcleo optimizada para evitar que resina infundida entre en las celdas abiertas del núcleo en panal de abejas al tiempo que se mejoran sus propiedades mecánicas. Este método es aplicable no sólo a paneles planos sino también a paneles curvados o altamente curvados.
- 15 En una realización adicional, la invención propone un procedimiento automatizado para fabricar paneles intercalados de núcleo en panal de abejas mediante infusión de resina.

### Antecedentes de la invención

- 20 Los paneles intercalados son materiales compuestos usados normalmente en aeronáutica por motivos de reducción de peso. En general, estos paneles comprenden una estructura intercalada formada por un núcleo en panal de abejas rodeado por cubiertas de material compuesto a ambos lados.

- 25 Debido a su alta razón de resistencia con respecto a peso, en la aviación los paneles intercalados de panal de abejas se usan principalmente para: carenados aerodinámicos (es decir, carenado de panza, bordes de salida o bordes de ataque), puertas de acceso o cubiertas (por ejemplo, puertas de tren de aterrizaje) y paneles internos de la aeronave.

- El material usado para los paneles intercalados depende del mapa de temperatura, restricciones de corrosión con el fin de evitar la corrosión galvánica con partes adyacentes, y la resistencia requerida para esa ubicación de instalación.

- 30 Tal como se sabe, un material compuesto, tal como las cubiertas de material compuesto que rodean al núcleo en panal de abejas, es un polímero reforzado con fibra formado por dos constituyentes independientes: fibras y resina que actúa como matriz de unión. Por tanto, las técnicas de fabricación para estas cubiertas se dividen convencionalmente según si estos constituyentes están originalmente juntos o separados. En la primera solución, las
- 35 hojas de refuerzo de material compuesto alrededor del núcleo en panal de abejas comprenden varias capas u hojas de fibras previamente impregnadas con la resina, el denominado "material preimpregnado"; mientras que, en la segunda, por un lado hay una hoja de fibra seca (denominada preforma de fibra), y por el otro lado la resina que va a fundirse/inyectarse en la misma. Independientemente de la materia prima, una vez que ambos constituyentes están finalmente juntos, se somete la unión a un ciclo de curado en el que se aplica temperatura, presión y/o vacío a lo largo
- 40 de un tiempo predeterminado.

- Durante muchos años, se usaron materiales preimpregnados de CFRP (polímero reforzado con fibra de carbono) o GFRP (polímero reforzado con fibra de vidrio) y, para mejorar la adhesión mutua, se colocó una capa de adhesivo en la superficie de contacto entre las hojas y el panal de abejas dado que la resina presente en las hojas de material
- 45 preimpregnado se consideró insuficiente para producir un buen menisco en la superficie de contacto de hojas con panal de abejas.

- Los paneles intercalados de panal de abejas se fabricaron tradicionalmente con estos materiales preimpregnados debido a su bajo flujo de resina que impide que entre resina en las celdas abiertas del panal de abejas. Además, estas cintas u hojas permiten muy poca permeabilidad de aire lo que conlleva la ausencia de vacío apropiado dentro de las celdas del núcleo. Este es el motivo por el que estas estructuras intercaladas se fabrican únicamente en casos excepcionales y asumiendo los problemas que aparecerán durante su fabricación que penalizan adicionalmente sus propiedades mecánicas.

- 55 Por otro lado, para estructuras intercaladas que usan tecnologías de fibra seca, se preferían espumas de celdas cerradas en lugar de núcleo en panal de abejas con celdas abiertas ya que la resina se llenaba completamente en las mismas.

- En este caso, es decir, cuando ambos constituyentes de las cubiertas de material compuesto están originalmente
- 60 separados, las etapas básicas son: colocar preforma de fibra o material textil seco en una cavidad de un molde que rodea el núcleo en panal de abejas, después se cierra el molde (o bien mediante una bolsa de vacío en la otra mitad del molde) y la resina termoestable (normalmente resina epoxídica) se inyecta (si el molde está cerrado con la otra mitad del molde) o se infunde (tal como se sabe en el caso de usar la bolsa de vacío) a través de un conjunto de orificios de inyección a presión relativamente baja. Una vez que la resina impregna toda la preforma de fibra, se cura
- 65 el conjunto como componente acabado para desmoldearse en una última etapa.

El documento EP1897680A1, describe una solución para evitar que la resina entre en las celdas abiertas del panal de abejas cuando se fabrican paneles intercalados mediante técnicas de infusión de resina. Por encima del panal de abejas, se coloca, desde el interior hacia el exterior, una capa de adhesivo curable y una capa de barrera impermeable (permeable al gas para permitir la desaireación pero impermeable a la resina) para formar y sellar el núcleo en panal de abejas. Después, se colocan fibras secas por encima y se realiza el procedimiento de infusión a vacío. El documento US2009252921A1 da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

Esta solución conocida funciona de manera apropiada para paneles sencillos y planos o sustancialmente planos, pero todavía existe una necesidad de fabricar paneles curvados o altamente curvados como los usados normalmente en aeronáutica dado que las preformas de fibra seca normalmente se deslizan durante el procedimiento de infusión. Finalmente, los procedimientos de fabricación existentes o bien con material preimpregnado o bien con procedimiento de infusión/inyección tal como se explica son hasta el momento procedimientos manuales, conllevando por tanto que todos los materiales usados para la parte así como cualquier otra hojas auxiliar, por ejemplo, con respecto a la infusión/inyección de resina o para el procedimiento de curado, se colocan y se adaptan manualmente a las diferentes geometrías.

Por tanto, existe una necesidad en la industria de una fabricación fácil, rápida, fiable y eficaz de paneles intercalados que pueda aplicarse de manera extensa independientemente de la geometría prevista al tiempo que se garanticen las propiedades mecánicas conferidas para cumplir requisitos estructurales.

### Sumario de la invención

La presente invención proporciona una solución para los problemas anteriormente mencionados, mediante un método para fabricar un panel intercalado según la reivindicación 1, y el panel intercalado resultante según la reivindicación 8. En reivindicaciones dependientes, se definen realizaciones preferidas de la invención.

En un primer aspecto de la invención, la invención proporciona un método para fabricar un panel intercalado con un núcleo en panal de abejas, comprendiendo dicho método:

- apilar un conjunto formado por un núcleo en panal de abejas que tiene celdas de panal de abejas y, al menos en un lado en dicho núcleo en panal de abejas, desde el interior hacia el exterior: una capa de adhesivo curable y una película termoplástica amorfa;

- apilar fibra seca sobre el conjunto;

- disponer dicha fibra seca y conjunto sobre un molde de un lado y confinarlo en un espacio estanco a los gases disponiendo una lámina de vacío sobre dicho molde de un lado;

- producir un vacío en dicho espacio estanco a los gases antes del curado completo o parcial de dicha capa de adhesivo, de modo que dichas celdas de panal de abejas se evacúan al menos parcialmente antes de sellarse mediante la capa de adhesivo curable y una película termoplástica amorfa;

- infundir dicha capa de fibra a vacío con una resina; y

- curar dicha resina a vacío y con un ciclo de temperatura;

estando el método caracterizado porque: la película termoplástica amorfa (3.1) está realizada de poli(fluoruro de vinilo) (PVF), poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), poli(ariléter-cetona) (PAEK), poli(éter-éter-cetona) (PEEK), polietilenimina (PEI) o poli(sulfuro de fenileno) (PPS).

Por tanto, la película termoplástica amorfa se une al núcleo en panal de abejas gracias a la capa de adhesivo, y a las hojas de fibra seca por medio de la siguiente resina infundida.

La película termoplástica tiene una estructura amorfa, es decir, una estructura polimérica ordenada al azar. Por estructura amorfa se considera un grado de cristalinidad del 0%, pero se considera que una estructura semicristalina con un grado de cristalinidad por debajo del 5% en condiciones atmosféricas es equivalente. Por tanto, la película termoplástica según la invención puede denominarse película termoplástica amorfa o poco semicristalina (es decir, con un grado de cristalinidad por debajo del 5%).

Ventajosamente, estas películas termoplásticas amorfas o poco semicristalinas se ablandan gradualmente a medida que aumenta la temperatura en vez de tener un punto de fusión pronunciado como los polímeros semicristalinos. Además, los materiales termoplásticos amorfos se ablandan normalmente a aproximadamente 120 - 150°C (o incluso a 240°C) (de temperatura de transición vítrea) mientras que los materiales termoplásticos semicristalinos tienen una temperatura de fusión de aproximadamente 400°C.

Como resultado de ser amorfa, se potencia la amoldabilidad y la película termoplástica que actúa como barrera de

resina se adapta mejor a las formas del conjunto.

Las películas termoplásticas usadas para envolver núcleos en la fabricación de materiales compuestos son normalmente más rígidas, haciendo que sea necesario producir cortes en las mismas para mejorar la amoldabilidad, pero, por consiguiente, se pierde su función de barrera de resina.

Con la presente invención, pueden fabricarse paneles planos, curvados o altamente curvados (es decir, radio de hasta 400-800 mm) sin provocar los defectos que se producen normalmente en el borde del núcleo en panal de abejas tales como puentes, aplastamiento de núcleo, depresión en el borde de los núcleos en panal de abejas o transmisión de defectos.

Aparte de la forma del panel, la invención no está restringida por el material, densidad o resistencia del núcleo en panal de abejas y puede aplicarse independientemente del tamaño de panel, a paneles con tan sólo uno o múltiples núcleos en panal de abejas, o incluso paneles que comprenden grandes zonas monolíticas de material compuesto junto con núcleos en panal de abejas, o núcleos escalonados. Dicho de otro modo, la presente invención es una solución versátil.

En una realización preferida, la película termoplástica amorfa es permeable a los gases e impermeable a la resina de modo que, ventajosamente, la extracción del aire atrapado en las celdas de panal de abejas se fomenta por tanto sin exponer los núcleos en panal de abejas abiertos al procedimiento de infusión de resina.

En ausencia de una película termoplástica amorfa permeable a los gases, la invención todavía puede ponerse en práctica ya que el aire puede escapar lateralmente desde el núcleo en panal de abejas.

Los ejemplos de estas películas termoplásticas amorfas (o poco semicristalinas) pueden fabricarse de poli(fluoruro de vinilo) (PVF), poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), poli(ariléter-cetona) (PAEK), poli(éter-éter-cetona) (PEEK), polietilenimina (PEI) o poli(sulfuro de fenileno) (PPS). Preferiblemente, puede fabricarse de PEKK, PAEK o PEEK.

Con el fin de evitar que la resina infundida entre en las celdas del núcleo en panal de abejas, ambos materiales, la película termoplástica amorfa y la capa de adhesivo, deben tener dimensiones iguales o similares y deben cubrir completamente toda la superficie del núcleo en panal de abejas.

Por tanto, tal como se mencionó, el núcleo en panal de abejas se sella por tanto durante el curado de capa de adhesivo, lo cual se produce principal o totalmente antes de la infusión de resina. Dependiendo de la complejidad del panel, el curado de capa de adhesivo puede realizarse en el mismo ciclo justo antes de la infusión de resina (para geometrías simples) o en un ciclo de curado independiente.

Por tanto, en una realización particular, el curado completo o parcial de la capa de adhesivo a vacío se realiza antes de la etapa de apilar la fibra seca sobre el conjunto.

Especialmente para paneles intercalados no planos (es decir, radios de hasta 400-800 mm), o con geometrías de núcleo complejas, realizar este ciclo de curado previo puede lograr un sellado de núcleo eficaz. En este ciclo de curado previo, la película de adhesivo une la película termoplástica al núcleo en panal de abejas, proporcionando al mismo tiempo la forma curvada y/o compleja al núcleo facilitando posteriormente el posicionamiento de hojas de fibra seca.

Este curado previo para la capa de adhesivo se realiza normalmente a 120°C durante 2 horas.

En una realización preferida, el método comprende además:

- apilar una película termoplástica amorfa inferior y una capa de adhesivo curable inferior por debajo del núcleo en panal de abejas para formar parte del conjunto; y

- apilar fibra seca inferior por debajo del conjunto.

Es decir, el conjunto se forma mediante el núcleo en panal de abejas, capas de adhesivo curable inferior y superior, y películas termoplásticas amorfas inferior y superior.

Además, rodeando un conjunto de este tipo, hay hojas de fibra seca inferior y superior.

En una realización, estas hojas de fibra seca comprenden un aglutinante sobre sus superficies que fomenta que las hojas se unan entre sí y, dado que las hojas más internas estarán en contacto con la película termoplástica amorfa, el aglutinante puede ayudar a su unión con la película termoplástica.

Esto mejora adicionalmente la adaptación del núcleo al tiempo que reduce posibles defectos de núcleo adicionales provocados por un movimiento no deseable de las siguientes hojas de material textil seco.

En esta realización, el método según la invención comprende además realizar una conformación de membrana en caliente para la fibra seca superior sobre el conjunto.

5 Esta conformación de membrana en caliente se realiza normalmente a cualquier valor entre 80°C - 105°C durante un tiempo suficiente que depende de los medios técnicos usados. Un valor típico es de entre 15 y 30 minutos.

Ventajosamente, esto permite consolidar las hojas de material textil seco a la forma final del panel con el fin de reducir defectos adicionales debidos a un movimiento no deseado de los materiales textiles durante el curado.

10 Uno de los factores clave para garantizar que se confieren buenas propiedades mecánicas en el panel final se encuentra en el procedimiento de infusión de resina. De manera convencional, la resina se suministra a través de un canal de entrada en un lateral del panel y, después, se distribuye a través de las hojas de fibra seca. Este procedimiento continúa hasta que se infunde la totalidad de estas hojas de fibra seca a través de todo su grosor, excepto por el núcleo en panal de abejas gracias a la capa de barrera que evita que entre resina en el mismo.

15 Durante este procedimiento de infusión de resina, debe prestarse atención a evitar cualquier formación de puentes de resina o canales preferidos para la impregnación de resina tal como aire atrapado dentro del núcleo.

20 Por tanto, para optimizar las propiedades mecánicas del panel resultante, se ha desarrollado un procedimiento de infusión de resina específico.

Con respecto a esto, en una realización particular, una primera malla de infusión de resina está dispuesta por debajo de la fibra seca inferior, y una segunda malla de infusión de resina está dispuesta por encima de la fibra seca superior.

25 Tal como se sabe, una malla de infusión de resina es un patrón de malla que fomenta el flujo de resina durante el procedimiento de infusión. Estas mallas de infusión de resina crean trayectorias preferibles para la distribución correcta de la resina dentro de las hojas de fibra seca ya que proporcionan una tensión superficial más adecuada.

30 Los inventores han encontrado que la impregnación de resina en el plano está limitada a unas pocas centenas de milímetros haciendo que sólo sea adecuado para paneles de pequeño tamaño. Por tanto, en el caso de paneles con geometrías complejas o paneles de gran tamaño, se necesita ayudar al procedimiento de infusión de resina mediante estas mallas de infusión de resina, especialmente para evitar zonas secas en la zona central del núcleo provocadas por la presencia del panal de abejas.

35 Además, se han encontrado propiedades mecánicas óptimas de los paneles provocadas por una impregnación de resina apropiada al infundir la resina a través de una entrada central del molde de un lado al tiempo que se ayuda mediante estas dos mallas de infusión de resina.

40 En una realización preferida, el molde de un lado comprende una entrada sustancialmente central para dejar que material de matriz se infunda en la fibra seca. Entonces, en esta realización, el material de matriz se infunde en dicha capa de fibra a través de una entrada sustancialmente central del molde de un lado.

45 Es decir, se suministra la resina a través de un orificio colocado en la herramienta, es decir, por debajo del núcleo, aproximadamente en el centro del panel. La primera malla de infusión de resina colocada por debajo de las hojas, en contacto con la herramienta, fomenta que la resina se distribuya a lo largo de toda la superficie inferior más rápidamente que en un procedimiento convencional. Entonces, una vez que la resina alcanza los bordes del núcleo en panal de abejas, pasa hacia las hojas de fibra seca superiores gracias a la otra malla de infusión de resina ubicada por encima.

50 Como resultado, se han obtenido propiedades mecánicas superiores a las logradas convencionalmente. En particular, se han llevado a cabo el ensayo de tracción en el lado plano ("FWT") y el ensayo de pelado de tambor. Para FWT, se han logrado valores superiores a 6 MPa con núcleos en panal de abejas de alta densidad (por ejemplo, aproximadamente 96 kg/m<sup>3</sup>), lo que significa que un fallo se producirá en primer lugar dentro del panal de abejas, para cualquier núcleo en panal de abejas convencional en cuanto a densidad y resistencia. Dicho de otro modo, la unión de superficie de contacto resultante o bien entre la capa de adhesivo curado y la película termoplástica amorfa o bien entre la película termoplástica amorfa y la infundida con resina es más fuerte (al menos el doble en cuanto a resistencia) que en paneles convencionales.

60 Además, a la vista de estos resultados, pueden usarse estructuras intercaladas en aeronáutica para estructuras secundarias independientemente de su densidad de núcleo en panal de abejas. Además, dado que estos resultados superan las expectativas, la presente invención puede llevar el uso de estructuras de panel intercalado con núcleos en panal de abejas de alta densidad a estructuras primarias en aeronáutica gracias a su mejor comportamiento mecánico.

65 Además, los paneles intercalados fabricados según la presente invención son estancos al agua. A diferencia de usar una película impermeable externa dedicada (por ejemplo, película de PVF) para garantizar la función de estanqueidad

al agua que está expuesta y, por consiguiente, sujeta a rasgado; la presente invención se beneficia de incorporar una película termoplástica amorfa más cerca del núcleo en panal de abejas y, por tanto, está protegida por cubiertas de material compuesto circundantes.

5 Ensayos de estanqueidad al agua han determinado que no se produce ninguna entrada de agua cuando las condiciones de ensayo representan toda la vida útil del panel aeronáutico. Esto es un parámetro clave para garantizar que no hay ningún aumento de peso no deseado o degradación debido a agua presente dentro de las celdas de panal de abejas.

10 Además, la presente invención propone un procedimiento automatizado sin contribución humana o con contribución humana minoritaria, permitiendo erradicar cualquier defecto, puente de resina o deformación de las hojas de material textil seco colocadas sobre el núcleo en panal de abejas.

En esta realización, el método se automatiza mediante:

15 - cortar al menos la capa de adhesivo curable, la película termoplástica amorfa y la fibra seca mediante una máquina de control numérico por ordenador;

20 - disponer el núcleo en panal de abejas, una capa de adhesivo curable superior y una película termoplástica amorfa superior sobre el molde de un lado mediante una máquina de recogida y colocación;

- disponer fibra seca por encima mediante dicha máquina de recogida y colocación; y

25 - disponer además una lámina de vacío por encima mediante dicha máquina de recogida y colocación, formando de ese modo un espacio estanco a los gases con el molde de un lado.

Obsérvese que la lámina de vacío forma un espacio estanco a los gases con el molde de un lado, tal como se sabe, sellando los bordes de la lámina de vacío.

30 En el caso en el que el núcleo en panal de abejas tiene que sellarse en ambos lados con unas cubiertas de material compuesto, el método comprende además cortar, mediante la máquina de control numérico por ordenador, una capa de adhesivo curable inferior y una película termoplástica amorfa inferior y disponerlas, mediante la máquina de recogida y colocación, por debajo del núcleo en panal de abejas.

35 Ventajosamente, el grado de automatización se aumenta altamente ya que pueden disponerse hojas de fibra seca con la máquina de recogida y colocación. Por el contrario, debe disponerse material preimpregnado *in situ* y tiene inconvenientes adicionales tales como su pegajosidad, evitando por tanto su automatización.

40 Hasta ahora, los inventores no conocen ningún procedimiento de fabricación para paneles intercalados que use o bien material preimpregnado o bien procedimientos de infusión/inyección que permita una completa automatización sin poner en peligro las propiedades mecánicas del panel final.

45 Para acelerar el procedimiento, el método puede preparar además los materiales de infusión auxiliares habitualmente usados en sistemas de vacío tales como hojas desgarrables, películas desprendibles perforadas y cualquier malla de infusión de resina. Para eso, la máquina de control numérico por ordenador corta estas hojas auxiliares y la máquina de recogida y colocación las dispone en el orden correcto.

50 En un segundo aspecto de la invención, la invención proporciona un panel intercalado fabricado mediante cualquiera de las realizaciones del método del primer aspecto de la invención, en el que el panel intercalado comprende un núcleo en panal de abejas que tiene celdas de panal de abejas y, al menos en un lado en dicho núcleo en panal de abejas, desde el interior hacia el exterior: una capa de adhesivo curable y una película termoplástica amorfa. Dicho panel intercalado está caracterizado porque: la película termoplástica amorfa está fabricada de poli(fluoruro de vinilo) (PVF), poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), poli(ariléter-cetona) (PAEK), poli(éter-éter-cetona) (PEEK), polietilenimina (PEI) o poli(sulfuro de fenileno) (PPS).

55 En una realización preferida, este panel intercalado es un panel intercalado aeronáutico no plano con un radio de curvatura de hasta 800 mm, preferiblemente con un radio de curvatura de hasta 400 mm.

60 Aunque no se reivindica, como parte de la divulgación también se describe una herramienta de fabricación para fabricar un panel intercalado según realizaciones del método del primer aspecto de la invención, en la que esta herramienta de fabricación comprende:

65 - un molde de un lado adecuado para disponer fibra seca y un conjunto formado por un núcleo en panal de abejas que tiene celdas de panal de abejas y, al menos en un lado en dicho núcleo en panal de abejas, desde el interior hacia el exterior: una capa de adhesivo curable y una película termoplástica amorfa, en la que dicho molde de un lado comprende preferiblemente una entrada sustancialmente central configurada para dejar que se infunda la resina en la

fibra seca;

- una lámina de vacío configurada para disponerse sobre dicho molde de un lado para formar un espacio estanco a los gases en el mismo, y

- una primera malla de infusión de resina configurada para disponerse por debajo de la fibra seca inferior, y una segunda malla de infusión de resina configurada para disponerse por encima de la fibra seca superior sobre el conjunto.

En una realización particular no reivindicada, la herramienta de fabricación comprende además:

- una máquina de control numérico por ordenador configurada para cortar una capa de adhesivo curable, película termoplástica amorfa y fibra seca;

- opcionalmente, esta máquina de control numérico por ordenador también está configurada para cortar hojas de infusión auxiliares tales como hoja desgarrable, películas desprendibles perforadas y cualquier malla de infusión de resina;

- una máquina de recogida y colocación configurada para disponer una capa de adhesivo curable inferior, una película termoplástica amorfa inferior, el núcleo en panal de abejas, una capa de adhesivo curable superior y una película termoplástica amorfa superior sobre el molde de un lado;

- opcionalmente, esta máquina de recogida y colocación también está configurada para disponer fibra seca inferior y superior y cualquier material de infusión auxiliar sobre el molde de un lado; y

- medios para disponer una lámina de vacío por encima, al tiempo que se forma el espacio estanco a los gases en el mismo.

En una realización particular no reivindicada, la herramienta de fabricación comprende además:

- medios para realizar automáticamente una conformación de membrana en caliente para las hojas de fibra seca sobre el conjunto formado por el núcleo en panal de abejas que tiene celdas de panal de abejas y, al menos en un lado en dicho núcleo en panal de abejas, desde el interior hacia el exterior: una capa de adhesivo curable y una película termoplástica amorfa.

Tal como se sabe, la conformación de membrana en caliente es un tipo de etapa de "conformación previa" que normalmente usa una membrana y calor para ejercer presión sobre la preforma con el fin de consolidarla.

Ventajosamente, debido a la naturaleza automatizada de estas realizaciones, puede mantenerse una alta temperatura en las transmisiones entre etapas.

Todas las características descritas en esta memoria descriptiva (incluyendo las reivindicaciones, descripción y dibujos) y/o todas las etapas del método descrito pueden combinarse en cualquier combinación, con la excepción de combinaciones de tales características y/o etapas mutuamente excluyentes.

## Descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la invención se entenderán claramente a la vista de la descripción detallada de la invención que resulta evidente a partir de una realización preferida de la invención, facilitada únicamente como ejemplo y que no se limita a la misma, con referencia a los dibujos.

Figura 1. Esta figura muestra un conjunto esquemático del núcleo en panal de abejas con películas termoplásticas amorfas y capas de adhesivo curable.

Figura 2. Esta figura muestra un panel esquemático según la presente invención.

Figura 3. Esta figura muestra una realización esquemática de una herramienta de fabricación no reivindicada con la disposición de hojas resultante.

## Descripción detallada de la invención

Tal como apreciará un experto en la técnica, aspectos de la presente descripción pueden implementarse como un método, como características del panel intercalado resultante o como una herramienta de fabricación.

La invención define un método para fabricar un panel intercalado con un núcleo en panal de abejas (1) según la reivindicación 1.

La figura 1 representa un conjunto formado por un núcleo en panal de abejas (1) que tiene celdas de panal de abejas y, en ambos lados de dicho núcleo en panal de abejas, desde el interior hacia el exterior: capas de adhesivo curable inferior (2.1) y superior (2.2), y películas termoplásticas amorfas inferior (3.1) y superior (3.1).

Estas películas termoplásticas amorfas (3.1, 3.2) (o poco semicristalinas, es decir preferiblemente un grado de cristalinidad de menos del 5%) son, con fines a modo de ejemplo, poli(fluoruro de vinilo) (PVF), poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), poli(ariléter-cetona) (PAEK), poli(éter-éter-cetona) (PEEK), polietilenimina (PEI) o poli(sulfuro de fenileno) (PPS).

Ventajosamente, estas películas termoplásticas amorfas (3.1, 3.2) tienen un tratamiento de superficie para mejorar la adhesión con sus respectivas capas de adhesivo (2.1, 2.2).

El núcleo en panal de abejas (1) es preferiblemente, pero sin limitarse a, un papel de poliamida con celdas hexagonales con resina fenólica impregnada. Y, además, las películas de adhesivo (2.1, 2.2) para la unión de material compuesto son preferiblemente, pero sin limitarse a, material epoxídico estructural con doble temperatura de curado: curado a 120°C y 180°C.

Ya se compacte o no, durante el procedimiento de curar la(s) capa(s) de adhesivo, se considerará la extracción de aire desde las celdas de núcleo en panal de abejas para evitar que el aire quede atrapado en el interior. Dicho de otro modo, dichas celdas de panal de abejas se evacúan al menos parcialmente antes de sellarse mediante la capa de adhesivo curable (2.1, 2.2) y la película termoplástica amorfa (3.1, 3.2). Por consiguiente, preferiblemente se aplica un cierto nivel de vacío al conjunto a temperatura ambiente para permitir tal extracción de aire y, después, se aplica gradualmente calor mientras se mantiene tal vacío.

Este nivel de vacío debe ser el nivel máximo que evita que el núcleo colapse, lo cual es un efecto que depende, entre otras cosas, de la geometría de núcleo, la pendiente de chaffán y la densidad de núcleo. Por tanto, el nivel de vacío convencional para un panel intercalado es normalmente de entre 200 – 400 mbar.

Entonces, el procedimiento continúa apilando las hojas de fibra seca (4.1, 4.2) sobre un conjunto de este tipo, ya se compacte o no.

Estas hojas de fibra seca (4.1, 4.2) pueden ser de cualquier tipo de refuerzo seco tal como vidrio (para polímero reforzado con fibra de vidrio, "GRFP"), carbono (para polímero reforzado con fibra de carbono, "CRFP"), material textil (ondulado) o material textil no ondulado (también realizado de fibra de carbono o de vidrio) que va a colocarse encima del conjunto, es decir, el núcleo en panal de abejas sellado (1). Por ejemplo, la figura 2 representa un ejemplo de la disposición resultante con hojas de fibra seca (4.1, 4.2) por debajo y por encima del conjunto.

En la figura 2, puede observarse que las hojas de fibra seca inferior (4.2) y superior (4.1) se extienden más allá del borde del núcleo en panal de abejas (1) siguiendo su contorno y finalmente se juntan.

Además, estas hojas de fibra seca inferior (4.2) y superior (4.1) pueden mezclar hojas de vidrio y de carbono.

Después, una vez dispuesta sobre un molde de un lado (12) y cubierta por la lámina de vacío (8, 9, 10), se aplica de nuevo vacío en el espacio estanco a los gases para ayudar a resina a fluir a través de las hojas de fibra seca. Para ayudar a la resina a fluir fácilmente y alcanzar todas las zonas de las hojas de fibra seca (4.1, 4.2), se aplica una temperatura particular durante esta etapa, normalmente de aproximadamente 120°C.

Y, finalmente, una vez que la resina se ha infundido de manera apropiada en las hojas de fibra seca (4.1, 4.2), se cura dicha resina aumentando la temperatura según un ciclo de curado particular.

Según la presente invención, hay dos realizaciones principales para realizar el método.

En un primer ejemplo, todas las hojas del panel intercalado se apilan sobre el molde de un lado (12) en el orden correcto y se confinan mediante la lámina de vacío (8, 9, 10), incluyendo por tanto el conjunto, las hojas de fibra seca y cualquier hoja de infusión auxiliar. Después, se aplica vacío y se mantiene a aproximadamente 200 – 400 mbar durante 15 min (o cualquier otro tiempo hasta 120 min). A continuación, la temperatura aumenta a un valor de desde 80°C hasta 105°C y se someten las hojas a conformación en caliente juntas durante 15 min (o cualquier otro tiempo hasta 30 min). Después, se aumenta de nuevo la temperatura a 120°C (es decir, temperatura de curado de adhesivo predeterminada) para curado de adhesivo y se mantiene en estas condiciones durante 2 horas. Finalmente, se infunde resina y se aumenta la temperatura hasta aproximadamente 180°C en la que se mantiene para el curado de resina según el ciclo de curado.

En un segundo ejemplo, el método comprende tres etapas principales:

- apilar el conjunto formado por el núcleo en panal de abejas (1), las capas de adhesivo curable (2.1, 2.2) y las películas

termoplásticas amorfas (3.1, 3.2), y aplicar vacío y calor para curar las capas de adhesivo a 120°C (es decir, temperatura de curado de adhesivo predeterminada) con el fin de sellar el núcleo en panal de abejas;

5 - a continuación, se apilan hojas de fibra seca (4.1, 4.2) sobre el conjunto y se aumenta la temperatura y se mantiene a 90°C para la conformación de membrana en caliente; y

- finalmente, se infunde resina y se aumenta la temperatura hasta aproximadamente 180°C en la que se mantiene para el curado de la resina según el ciclo de curado.

10 Tal como se mencionó, en este segundo ejemplo, las hojas se adaptan mejor a la geometría final evitando que las hojas de fibra seca se deslicen antes de la infusión de resina.

Preferiblemente, para cualquiera de estos dos ejemplos, también se aplica vacío durante un tiempo predeterminado entre el curado de adhesivo y la infusión de resina para mitigar la expansión de aire durante el siguiente ciclo de curado debido a la alta temperatura. El tiempo exacto varía dependiendo del tamaño de núcleo, la densidad y el nivel de vacío anteriormente aplicado.

Tal como se mencionó, estos ejemplos pueden automatizarse de la siguiente manera:

20 - cortar todas las hojas de infusión auxiliares tales como la hoja desgarrable (5.1, 5.2), películas desprendibles perforadas (6.1, 6.2) y cualquier malla de infusión de resina (7.1, 7.2) en una máquina de control numérico por ordenador ("CNC");

25 - cortar las hojas de fibra seca (ya sea CFRP, GFRP, materiales textiles o materiales textiles no ondulados) (4.1, 4.2), las películas de adhesivo inferior (2.2) y superior (2.1), las películas termoplásticas amorfas inferior (3.2) y superior (3.1), y opcionalmente, una lámina de cobre o de bronce para protección frente a impactos de rayos en la máquina de CNC;

30 - usar una máquina de recogida y colocación para disponer en la herramienta de un lado (12) las hojas de infusión auxiliares por debajo del conjunto;

- usar la máquina de recogida y colocación para disponer las hojas de fibra seca inferiores (4.2), y el núcleo en panal de abejas (1) con ambas capas de adhesivo (2.1, 2.2) y ambas películas termoplásticas amorfas (3.1, 3.2);

35 - realizar una conformación de membrana en caliente a 90°C para adaptar estas hojas, de modo que las capas de adhesivo (2.1, 2.2) y las películas termoplásticas (3.1, 3.2) se adaptan perfectamente a la forma del núcleo en panal de abejas (1);

- usar la máquina de recogida y colocación para disponer las hojas de infusión auxiliares por encima;

40 - curar las capas de adhesivo a la temperatura de curado de adhesivo predeterminada con el fin de sellar el núcleo en panal de abejas; e

- infundir resina y realizar el ciclo de curado, preferiblemente en un horno.

45 De lo contrario, en lugar del horno, el ciclo de curado puede realizarse en un autoclave sin presión.

50 El experto reconocerá que la etapa de sellar el núcleo en panal de abejas (es decir, curar las capas de adhesivo tal como se define mediante tal material) y la etapa de realizar la conformación de membrana en caliente pueden intercambiarse. Por tanto, las etapas básicas serán: a) conformación en caliente, curado de adhesivo, infusión de resina y curado; o b) curado de adhesivo, conformación en caliente, infusión de resina y curado.

55 La figura 3 representa una realización esquemática de una herramienta de fabricación con la disposición resultante de hojas según una realización de la presente invención en la que también se apilan hojas de infusión auxiliares.

En la parte central de la figura, se observa el núcleo en panal de abejas (1) con capas de adhesivo superior (2.1) e inferior (2.2) y películas termoplásticas amorfas superior (3.1) e inferior (3.2) para la función de sellar y estabilizar el núcleo. Con fines ilustrativos, se representa como un único elemento con la forma del núcleo en panal de abejas (1).

60 Por encima y por debajo de este núcleo en panal de abejas sellado, se observan las hojas de fibra seca (4.1, 4.2) que se extienden más allá del borde del núcleo en panal de abejas y, por tanto, se juntan.

65 También en ambos lados, hay hojas de infusión auxiliares tales como, desde el interior hacia el exterior: hojas desgarrables (5.1, 5.2), películas desprendibles perforadas (6.1, 6.2) y unas mallas de infusión de resina primera (inferior) (7.2) y segunda (superior) (7.1).

Con respecto a la herramienta de fabricación para fabricar un panel intercalado según las realizaciones anteriores, esta herramienta de fabricación comprende al menos:

- 5      - un molde de un lado (12) con una entrada sustancialmente central (12.1) configurada para dejar que se infunda la resina en la fibra seca (4.1, 4.2); y
- una lámina de vacío (8, 9, 10) configurada para disponerse sobre dicho molde de un lado (12) para formar un espacio estanco a los gases en el mismo.

- 10     Tal como se sabe, la lámina de vacío comprende normalmente una membrana semipermeable (8), un tejido aireador (9) y la bolsa de plástico (10).

- 15     Además, se ha representado la cinta sellante (11) que deja que la lámina de vacío (8, 9, 10) forme un espacio estanco a los gases con el molde de un lado (12). En el lado izquierdo de la figura 3, puede observarse el sistema de vacío (13) para aspirar aire hacia fuera de tal espacio estanco a los gases.

Además, con fines a modo de ejemplo, la trayectoria prevista de la resina se ha dibujado mediante flechas más gruesas.

# REIVINDICACIONES

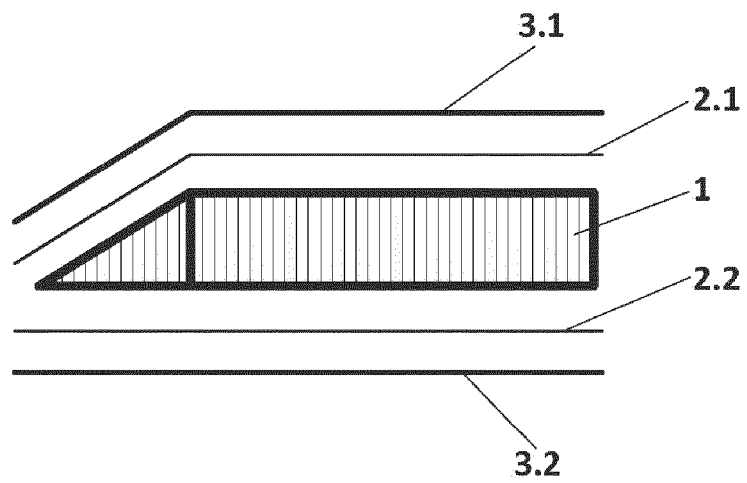
1. Método para fabricar un panel intercalado con un núcleo en panal de abejas (1), comprendiendo dicho método:
  - 5 - apilar un conjunto formado por un núcleo en panal de abejas (1) que tiene celdas de panal de abejas y, al menos en un lado en dicho núcleo en panal de abejas (1), desde el interior hacia el exterior: una capa de adhesivo curable (2.1) y una película termoplástica amorfa (3.1);
  - 10 - apilar fibra seca (4.1) sobre el conjunto;
  - disponer dicha fibra seca (4.1) y conjunto sobre un molde de un lado (12) y confinarlo en un espacio estanco a los gases disponiendo una lámina de vacío (8, 9, 10) sobre dicho molde de un lado (12);
  - 15 - producir un vacío en dicho espacio estanco a los gases antes del curado completo o parcial de dicha capa de adhesivo (2.1), de modo que dichas celdas de panal de abejas se evacúan al menos parcialmente antes de sellarse mediante la capa de adhesivo curable (2.1) y una película termoplástica amorfa (3.1);
  - 20 - infundir dicha capa de fibra (4.1) a vacío con resina; y
  - curar dicha resina a vacío y con un ciclo de temperatura;
  - 25 estando el método caracterizado porque: la película termoplástica amorfa (3.1) está fabricada de poli(fluoruro de vinilo) (PVF), poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), poli(ariléter-cetona) (PAEK), poli(éter-éter-cetona) (PEEK), polietilenimina (PEI) o poli(sulfuro de fenileno) (PPS).
2. Método para fabricar un panel intercalado según la reivindicación 1, en el que el curado completo o parcial de la capa de adhesivo (2.1) a vacío se realiza antes de la etapa de apilar la fibra seca (4.1) sobre el conjunto.
- 30 3. Método para fabricar un panel intercalado según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además:
  - apilar fibra seca inferior (4.2) por debajo del conjunto;
  - 35 - apilar una película termoplástica amorfa inferior (3.1) y una capa de adhesivo curable inferior (2.1) por debajo del núcleo en panal de abejas para formar parte del conjunto.
4. Método para fabricar un panel intercalado según la reivindicación 3, en el que una primera malla de infusión de resina (7.1) está dispuesta por debajo de la fibra seca inferior (4.2), y una segunda malla de infusión de resina (7.2) está dispuesta por encima de la fibra seca superior (4.1).
- 40 5. Método para fabricar un panel intercalado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se infunde resina en dicha capa de fibra a través de una entrada sustancialmente central (12.1) del molde de un lado (12).
- 45 6. Método para fabricar un panel intercalado según la reivindicación 3 y cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el método se automatiza mediante:
  - 50 - cortar al menos la capa de adhesivo curable (2.1, 2.2), la película termoplástica amorfa (3.1, 3.2) y la fibra seca (4.1, 4.2) mediante una máquina de control numérico por ordenador;
  - opcionalmente, cortar hojas de infusión auxiliares tales como hoja desgarrable (5.1, 5.2), películas desprendibles perforadas (6.1, 6.2) y cualquier malla de infusión de resina (7.1, 7.2) mediante la máquina de control numérico por ordenador;
  - 55 - opcionalmente, disponer fibra seca inferior (4.2) y cualquier material de infusión auxiliar sobre un molde de un lado (12) mediante una máquina de recogida y colocación;
  - 60 - disponer una película termoplástica amorfa inferior (3.2), una capa de adhesivo curable inferior (2.2), el núcleo en panal de abejas (1), una capa de adhesivo curable superior (2.1) y una película termoplástica amorfa superior (3.1) mediante la máquina de recogida y colocación;
  - disponer fibra seca (4.1) por encima, y opcionalmente cualquier material de infusión auxiliar, mediante la máquina de recogida y colocación; y
  - 65 - disponer una lámina de vacío (8, 9, 10) por encima, formando de ese modo un espacio estanco a los gases.

7. Método para fabricar un panel intercalado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el método comprende además realizar automáticamente una conformación de membrana en caliente para la fibra seca superior (4.1) sobre el conjunto antes del curado completo o parcial de cualquier capa de adhesivo (2.1, 2.2).

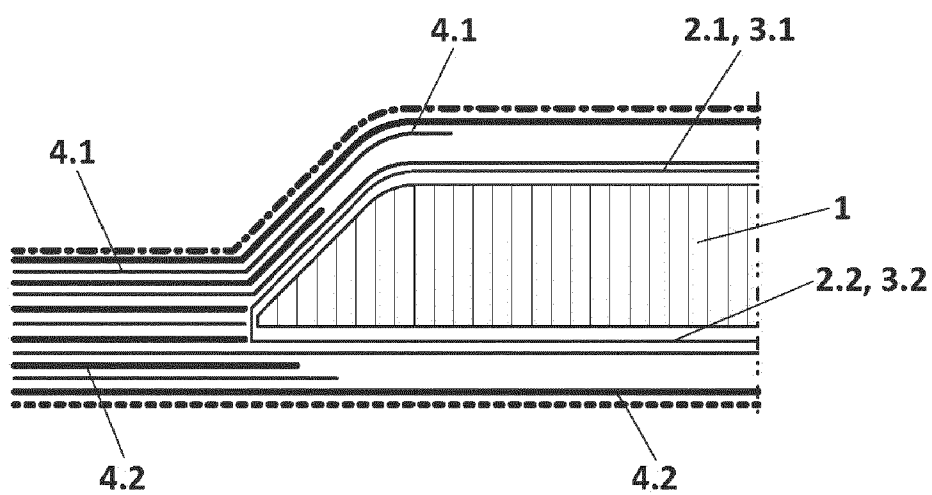
8. Panel intercalado fabricado mediante el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el panel intercalado comprende un núcleo en panal de abejas (1) que tiene celdas de panal de abejas y, al menos en un lado en dicho núcleo en panal de abejas, desde el interior hacia el exterior: una capa de adhesivo curable (2.1) y una película termoplástica amorfa (3.1); y

caracterizado porque:

la película termoplástica amorfa (3.1) está fabricada de poli(fluoruro de vinilo) (PVF), poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), poli(ariléter-cetona) (PAEK), poli(éter-éter-cetona) (PEEK), polietilenimina (PEI) o poli(sulfuro de fenileno) (PPS).



**FIG. 1**



**FIG. 2**

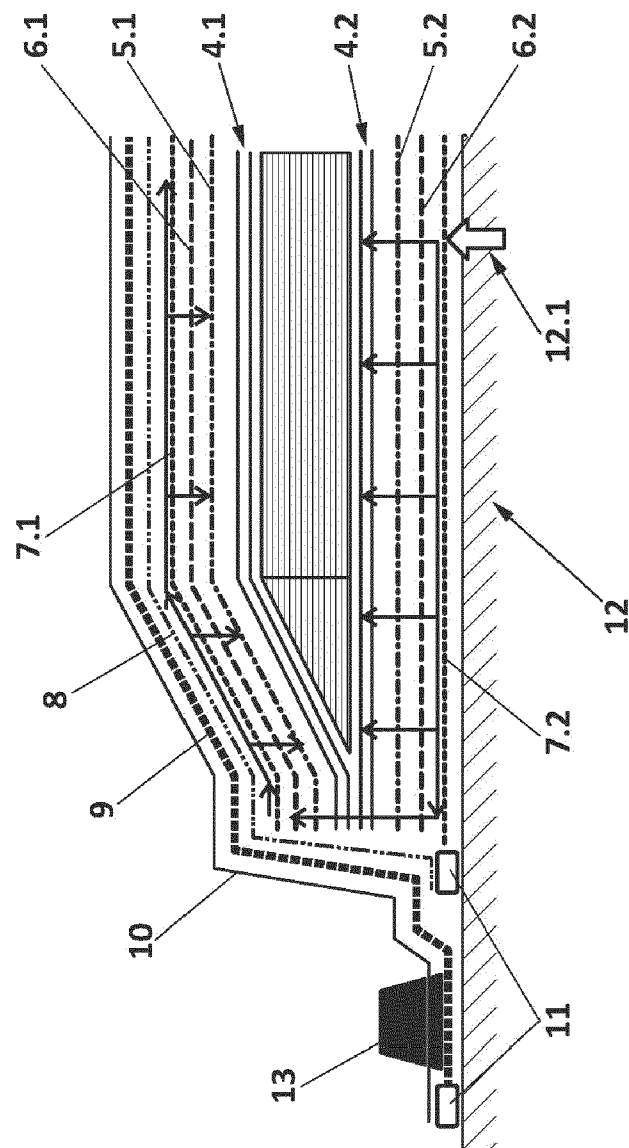


FIG. 3