

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 088**

51 Int. Cl.:
B29C 70/54 (2006.01)
B29C 35/08 (2006.01)
H05B 6/80 (2006.01)
B29C 33/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09765839 .7**
96 Fecha de presentación: **16.06.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2293924**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2011**

54 Título: **Procedimiento y útil de moldeo para fabricar con microondas piezas estructurales de material compuesto reforzado con fibras**

30 Prioridad:
18.06.2008 DE 102008029058

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.06.2012

73 Titular/es:
**GKN Aerospace Services Limited
Ferry Road, East Cowes
Isle of Wight, PO32 6LR, GB**

72 Inventor/es:
HERKNER, Thomas Mathias

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 384 088 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

Procedimiento y útil de moldeo para fabricar con microondas piezas estructurales de material compuesto reforzado con fibras.

5 La presente invención concierne a un procedimiento para fabricar una pieza estructural que presenta al menos una capa con material compuesto reforzado con fibras, así como a un útil para tal procedimiento. La invención encuentra aplicación especialmente en la fabricación de piezas estructurales de un fuselaje y/o una superficie aerodinámica relativamente grande un avión.

10 En vista de las aspiraciones a proporcionar en el futuro aviones ecológicamente adaptados y baratos en su fabricación y en su funcionamiento y, no obstante, satisfacer las más estrictas disposiciones de seguridad, se buscan cada vez más posibilidades para fabricar las estructuras primarias esenciales (por ejemplo, alas, componentes del fuselaje, carcasas de los grupos de propulsión, etc.) ya no en aluminio, sino con un material compuesto reforzado con fibras. Con esta técnica de construcción ligera se puede reducir netamente en particular el peso de los aviones. En la fabricación de tales estructuras primarias esenciales hay que tener en cuenta que éstas adoptan dimensiones considerables, y así, por ejemplo, los alerones de aterrizaje son piezas estructurales que se extienden a lo largo de varios metros. Además, estas piezas estructurales están expuestas a altas cargas durante su funcionamiento y, por tanto, representan piezas estructurales críticas para la seguridad en las que tienen que respetarse requisitos de calidad especiales.

15 Tales materiales compuestos reforzados con fibras comprenden en general dos componentes esenciales, a saber, por un lado, la fibra y, por otro, una matriz polímera que rodea a la fibra. La matriz abraza a las fibras y se endurece por medio de un tratamiento térmico (polimerización), con lo que se produce una reticulación tridimensional. Con esta polimerización se consigue que las fibras estén sólidamente unidas una con otra y se puedan introducir así fuerzas en las fibras, en concreto predominantemente a través de tensiones de cizalladura. Como fibras, aparte de las fibras de carbón, entran eventualmente también en consideración las fibras de vidrio. Las fibras de carbón, que hoy en día siguen siendo relativamente caras, consisten regularmente en al menos 90% en peso de carbono. El diámetro de las fibras es, por ejemplo, de 4,5 a 8 μm (micrómetros). Las propiedades de tales fibras de carbón son anisótropas. En contraste con esto, las fibras de vidrio poseen una estructura amorfa y propiedades isotropas. Consisten predominantemente en óxido de silicio, pudiendo estar agregados eventualmente otros óxidos. Mientras que las fibras de vidrio son relativamente favorables, las fibras de carbón se caracterizan por su alta resistencia y rigidez.

20 Precisamente en la construcción de aviones se aplica la llamada técnica prepreg (preimpregnación). En esta tecnología se empapan en resinas artificiales, por ejemplo, unas telas preimpregnadas u otras formas fibrosas (preformas) y se tratan éstas térmicamente tan sólo hasta una ligera consolidación (gelificación), con lo que estos materiales pueden ser manipulados capa a capa. Este material preimpregnado se adhiere un poco y, por tanto, se puede disponer bien en útiles de moldeo correspondientes o a la manera de capas superpuestas hasta que se obtenga la forma deseada de la pieza estructural. Cuando están dispuestas las capas deseadas del material preimpregnado, se las puede endurecer (térmicamente). Para endurecer estas piezas estructurales de material preimpregnado se utilizan hoy en día los llamados autoclaves, es decir, hornos que tienen que calentarse eventualmente con sobrepresión (hasta 10 bares) durante muchas horas para conseguir un endurecimiento completo de las piezas estructurales.

30 Además, se conoce por el documento DE 10 2005 050 528 A1 un autoclave de microondas con el que se propone la fabricación de piezas estructurales compuestas de fibras por medio de una radiación de microondas. El dispositivo allí propuesto permite integrar una radiación de microondas en el recinto de presión del autoclave. Cuando se activa directamente con microondas el material preimpregnado adecuado para este procedimiento, se obtiene la ventaja de que no es necesario calentar el aire contenido en el autoclave ni el gas protector contenido en el mismo, los cuales, debido al tamaño de las piezas estructurales, se presentan con un volumen considerable. Mediante el empleo de la tecnología de microondas se puede calentar directamente el propio material preimpregnado que se debe endurecer y, por consiguiente, la zona ambiente restante se mantiene relativamente fría.

35 Asimismo, el resonador de microondas descrito en el documento DE 103 29 411 A1 es adecuado para realizar el tratamiento térmico. Este resonador de microondas se hace funcionar generalmente sin sobrepresión. Sin embargo, puede ser integrado en una caldera de presión (autoclave).

El documento JP-A-02006107 revela las características de los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 5.

40 Cuando se calienta un material con microondas, se pueden utilizar los siguientes mecanismos operativos: un calentamiento dieléctrico y un calentamiento óhmico. Si en el material están presentes dipolos (libremente) móviles (es decir, moléculas con una distribución de carga irregular), estos son inducidos entonces a vibrar con alta frecuencia en un campo electromagnético generado por las microondas. Esta energía cinética de los dipolos es convertida después por rozamiento interno en calor que se produce directamente en el material (calentamiento dieléctrico). Además, es posible también que se produzcan corrientes parásitas por inducción, con lo que la

resistencia eléctrica del material origina finalmente un aumento de temperatura (calentamiento óhmico). Por tanto, el material puede calentarse, por ejemplo, a temperaturas por encima de 130°C, por encima de 160°C o incluso también por encima de 200°C. Este nivel de temperatura hace posible que se inicie la polimerización o endurecimiento en los materiales preimpregnados.

5 En primer plano están ahora aquí especialmente componentes de aviones que tienen una superficie de base relativamente grande y unos resaltos que se alzan desde ella. Estos resaltos son, por ejemplo, nervios a manera de costillas que deberán contribuir especialmente a aumentar la rigidez del componente (montado). Tales resaltos tienen, por ejemplo, una longitud de aproximadamente 11 m (metros), un espesor del material en el intervalo de 2,5 mm a 4 mm (milímetros) y una altura - con la que se proyectan más allá de la superficie de base - de al menos 25 mm (milímetros).

10 En la fabricación de tales componentes por endurecimiento mediante radiación de microondas es importante que se garantice en los materiales una reticulación uniforme y suficiente. Es necesario para ello que esta configuración "angulada" del componente pueda ser correspondientemente tratada con una microrradiación y/o que se consiga una distribución homogénea de la temperatura en la pieza estructural. Además, hay que tener en cuenta que los materiales preimpregnados aquí utilizados no tienen de por sí regularmente rigidez de forma, es decir que tienen que ser fijados con útiles de retención y/o moldeo correspondientes en la posición deseada durante la radiación con microondas. Se acrecienta así aún más el problema anteriormente comentado.

15 Partiendo de esto, el cometido de la presente invención consiste en resolver al menos parcialmente los problemas expuestos con referencia al estado de la técnica. En particular, se pretende indicar un procedimiento con el que se puedan producir las piezas estructurales anteriormente descritas de una manera sencilla y mediante un proceso seguro con un alto grado deseado de reticulación uniforme del material compuesto reforzado con fibras. Además, se pretende indicar un útil de moldeo que garantice especialmente el proceso de endurecimiento uniforme en el marco del tratamiento con microondas.

20 Estos problemas se resuelven con un procedimiento según las características de la reivindicación 1 y con un útil de moldeo según las características de la reivindicación 5. Otras variantes de realización y campos de aplicación preferidos de la invención se indican en las respectivas reivindicaciones formuladas en forma subordinada. Cabe consignar que las características listadas individualmente en las reivindicaciones pueden combinarse unas con otras de cualquier manera tecnológicamente pertinente y pueden mostrar otras ejecuciones de la invención. La descripción, precisamente en relación con las figuras, enuncia otros ejemplos de realización especialmente preferidos de la invención.

25 El procedimiento según la invención para fabricar una pieza estructural que presenta al menos una capa con un material compuesto reforzado con fibras comprende al menos los pasos siguientes:

- a) disposición de la al menos una capa de material compuesto polimerizable, reforzado con fibras, con una configuración, presentando la configuración una superficie de base y una pluralidad de resaltos;
- 35 b) posicionamiento de al menos un útil de moldeo en contacto con al menos un resalto, estando realizado el útil de moldeo con un material sensible a las microondas en al menos una superficie de contacto orientada hacia el al menos un resalto;
- c) polimerización del al menos un resalto por irradiación del al menos un útil de moldeo con microondas, teniendo el útil de moldeo al menos una zona por fuera de la superficie de contacto que está realizada con material transparente a las microondas.

40 Los materiales compuestos reforzados con fibras que aquí se utilizan son polimerizables. Aun cuando esto no es aquí prioritariamente necesario, los materiales compuestos reforzados con fibras pueden absorber también microondas. Se quiere dar a entender con esto especialmente que se puede calentar el material compuesto utilizado reforzado con fibras y que, por tanto, se puede efectuar un endurecimiento (o polimerización) (parcial) del material compuesto, tal como se ha descrito también en la introducción.

45 El material compuesto reforzado con fibras consiste especialmente en un material compuesto reforzado con fibras de carbón. Las fibras de carbón están realizadas preferiblemente como fibras largas continuas en el estado de partida, que están dispuestas como capas en las piezas estructurales con una orientación diferente de la dirección longitudinal de dichas fibras. Como resina entra en consideración especialmente una de las siguientes: resina epoxídica, resina fenólica, resina de bismaleimida o resina de poliéster. Además, se pueden utilizar también materiales compuestos reforzados con fibras de vidrio en unión de los materiales de matriz de resina conocidos.

50 Para fabricar la pieza estructural se puede utilizar solamente una capa de material compuesto polimerizable reforzado con fibras, pero es posible también posicionar al menos zonalmente varias de estas capas una sobre otra para poder generar eventualmente espesores variables de la pieza estructural. Se pueden emplear también las diferentes capas para representar una configuración más compleja, tal como ocurre aquí con la superficie de base y

los resaltos. Una "capa" representa aquí especialmente un estrato de un material preimpregnado.

En el marco del paso a) se posicionan, por ejemplo, varias capas una sobre otra y/o una al lado de otra sobre un sustrato, con lo que éstas forman la superficie de base. La superficie de base puede presentar aquí un tamaño de varios metros cuadrados y representar una forma (ligeramente) curvada. Con preferencia en un lado, concretamente enfrente del sustrato, se disponen ahora capas de modo que se forme una pluralidad de resaltos. Los resaltos están configurados con preferencia en forma alargada a la manera de nervios. Preferiblemente, hay que formar al menos tres en particular preferiblemente al menos cinco o incluso al menos diez de tales resaltos sobre esta superficie de base con las capas. De esta manera, se puede producir ahora especialmente la configuración deseada de un componente de un alerón de aterrizaje o de otra superficie aerodinámica de un avión.

Según el paso b) se posiciona también al menos un útil de moldeo en contacto con al menos un resalto. En este caso, el útil de moldeo se aplica con su superficie de contacto de manera directa o indirecta (eventualmente a través de películas usuales, etc.) a al menos uno de los resaltos (en un lado y/o en dos lados). El útil de moldeo está realizado ahora con un material sensible a las microondas, al menos en la zona que comprende la superficie de contacto. Esto quiere decir especialmente que se calienta este material cuando se le trata o irradia con microondas, presentándose especialmente los efectos del calentamiento dieléctrico y/o del calentamiento óhmico. Por tanto, el útil de moldeo es calentado ahora de esta manera (eventualmente en parte) por la irradiación con microondas, transfiriéndose ahora este calor a las capas de material compuesto polimerizable reforzado con fibras. Se utiliza aquí preferiblemente un material que de por sí no es polimerizable, es decir que conserva al menos durante un gran número de tales tratamientos con microondas sus propiedades referentes a estabilidad de forma, porosidad, poder de generación de calor, etc. Se pueden utilizar para ello, por ejemplo, los materiales siguientes (en forma individualizada o parcialmente en combinación unos con otros): materiales transparentes a las microondas, cargados con diversos aditivos en condiciones de mezclado diferentes, como, por ejemplo, silicona, PTFE, PP, EP, PET, vitrocerámica, óxido de aluminio, vidrio de cuarzo o similares. Los aditivos pueden ser: fibra corta de carbón (molida) (por ejemplo, longitud 0,1 a 0,25 mm), negro de carbono, carbón activo, nanoestructuras, como, por ejemplo, CNT (nanotubos de carbono), silicatos, materiales de sol-gel, etc. Otros materiales son cauchos (eventualmente a su vez cargados), así como materiales compuestos de fibras con al menos un material de matriz de polímero o de termoplasto.

Una vez que un útil de moldeo de esta clase se ha posicionado correspondientemente sobre la superficie de base y en contacto con al menos un resalto, se puede iniciar el paso c). Se trata entonces con microondas la disposición completa integrada por las capas de material compuesto polimerizable reforzado con fibras y el útil de moldeo, de modo que todos estos queden expuestos a un campo electromagnético de alta frecuencia. Por tanto, dado que el útil de moldeo impide ahora al menos parcialmente una acción directa de las microondas sobre las capas de material compuesto reforzado polimerizable, no se efectúa ningún tratamiento directo de la capa con microondas, sino (solamente) del útil de moldeo. La polimerización en las capas o especialmente en el resalto contactado y en la zona de transición entre el resalto y la superficie de base se produce ahora uniformemente por la aplicación del útil de moldeo, que se calienta a consecuencia de la irradiación con microondas. Así, se puede conseguir también en estas transiciones de capa complicadas una introducción de temperatura uniforme y suficiente en las capas, con lo que se asegura una reticulación uniforme con un grado de reticulación suficiente. Por tanto, el útil de moldeo sirve no sólo como grupo de calentamiento, sino al mismo tiempo también como estructura de distribución del calor.

Según un perfeccionamiento del procedimiento, se propone que en el paso b) se posicione el al menos un útil de moldeo en contacto con dos resaltos contiguos. En este contexto, se prefiere también que el útil de moldeo esté realizado, por ejemplo, a la manera de un perfil en U y, en consecuencia, esté posicionado entre dos resaltos contiguos (y descansando sobre la superficie de base). Se prefiere muy especialmente que entre todos los resaltos contiguos de la pieza estructural estén dispuestos útiles de moldeo de esta clase. Se cubre así por los útiles de moldeo prácticamente toda la extensión de la superficie de base con los resaltos. En consecuencia, los útiles de moldeo, que de por sí tienen rigidez de forma y están configurados con una forma tridimensional, sirven también como elementos de retención o de apoyo para los resaltos. Se pueden conseguir así tolerancias de forma especialmente altas con respecto a la posición de los resaltos entre ellos y/o de dichos resaltos con respecto a la superficie de base. Además, es posible así también una aportación de calor uniforme a través de la pieza estructural, a pesar de la configuración relativamente compleja de dicha pieza estructural.

Se considera también como ventajoso que en el paso b) se fije la pluralidad de resaltos por medio de una pluralidad de útiles de moldeo cooperantes uno con otro. Se quiere dar a entender con esto especialmente que los útiles de moldeo cooperan uno con otro directamente o a través de los propios resaltos. Así, los útiles de moldeo y/o los resaltos pueden ser afianzados eventualmente también uno contra otro, con lo que queda asegurada la fijación de las capas antes y durante la polimerización. Se simplifica así especialmente también la manipulación o el transporte de las capas preparadas para su endurecimiento.

Como consecuencia de un perfeccionamiento del procedimiento, se retira, como paso d), el al menos un útil de moldeo. En principio, se realiza el paso d) cuando ha concluido completamente el paso c), es decir que se ha alcanzado al menos predominantemente el grado de reticulación deseado en la pieza estructural. Sin embargo, en

casos de aplicación especiales puede ser también posible que al menos una parte de los útiles de molde sea retirada ya cuando aún no haya concluido completamente la polimerización. Esto afecta especialmente al caso en el que las capas de material compuesto polimerizable reforzado con fibras son de por sí sensibles a las microondas.

5 Según otro aspecto de la invención, se propone también un útil de moldeo para fabricar una pieza estructural que presenta al menos una capa con material compuesto reforzado con fibras, estando realizado el útil de moldeo con una forma tridimensional y teniendo también el útil de moldeo una superficie de contacto para la pieza estructural y estando formada al menos la superficie de contacto con material sensible a las microondas y estando formada al menos una zona situada por fuera de la superficie de contacto con material transparente a las microondas.

Este útil de moldeo se utiliza especialmente para realizar el procedimiento aquí descrito según la invención.

10 El útil de moldeo está formado aquí de manera ventajosa de modo que, por ejemplo, está prevista una estructura portante dotada de rigidez de forma que recibe el material sensible a las microondas. No obstante, es posible también que el propio material sensible a las microondas tenga rigidez de forma y, por tanto, constituya de manera autónoma (al menos parcialmente) la forma tridimensional del útil. Con una forma tridimensional se pretende expresar especialmente que no se trata aquí de películas inestables o similares, sino especialmente que éstas están configuradas en sección transversal, por ejemplo, a la manera de una L, U o similares y no pierden esta forma ni siquiera bajo una presión ambiente elevada, por ejemplo de hasta 10 bares. En general, el útil de moldeo estará formado con una superficie de contacto en la zona que comprende una superficie exterior del útil de moldeo. Se prefiere también que la superficie de contacto esté formada con el material sensible a las microondas solamente en una superficie exterior, concretamente la superficie orientada posteriormente hacia la pieza estructural. Por tanto, el material sensible a las microondas está unido termotécnicamente con esta superficie de contacto para hacer posible aquí una introducción de calor en la pieza estructural.

15 El útil de moldeo se trata con microondas de la manera usual en la superficie exterior opuesta a la superficie de contacto. Para conseguir ahora una generación de calor lo más completa y deliberada posible en el útil de moldeo cerca de la superficie de contacto y al mismo tiempo materializar los altos requisitos referentes a la rigidez de forma del útil de moldeo, puede ser pertinente que las dos funciones sean separadas también una de otra en lo que respecta al material. Por tanto, se proporciona aquí la estabilidad de forma, por ejemplo, por medio de un material transparente a las microondas, es decir que "deja pasar" las microondas, y, no obstante, se posibilita una aportación de energía casi completa al material sensible a las microondas. Ejemplos de tales materiales transparentes a las microondas son silicón, PTFE, PP, EP, PET, vitrocerámica, óxido de aluminio, vidrio de cuarzo o similares.

30 Además, se propone que el útil de moldeo tenga una superficie de contacto para la pieza estructural y una superficie exterior opuesta a la superficie de contacto y que cerca de la superficie exterior estén previstos unos medios de aislamiento térmico. En este caso, se parte especialmente también de la consideración de que los medios de aislamiento térmico comprenden material transparente a las microondas. Con el aislamiento térmico se hace que el calor generado en el material sensible a las microondas sea entregado prioritariamente hacia la pieza estructural y no hacia el medio ambiente. De esta manera, se puede incrementar aún más el rendimiento. Para el aislamiento térmico se puede utilizar, por ejemplo, lana de vidrio o una lana mineral semejante.

35 Según un perfeccionamiento del útil de moldeo, éste está realizado con al menos una cavidad. La cavidad puede estar construida, por ejemplo, de modo que puede ser recorrida por aire ambiente y/o llenada con éste. Por tanto, esta cavidad puede emplearse especialmente también para el aislamiento térmico. Eventualmente, es posible también que esté previsto un gran número de tales cavidades, pudiendo utilizarse entonces también la cavidad como depósito para materiales diferentes (transparentes a las microondas y/o sensibles a las microondas).

40 Además, se propone también que el útil de moldeo se pueda unir al menos parcialmente con un sistema de refrigeración activo. El sistema de refrigeración activo, análogamente al aislamiento térmico, puede disponerse en el lado del útil de moldeo que queda alejado de la superficie de contacto, con lo que se puede reprimir también deliberadamente y, en su caso, tan sólo en ciertas zonas la evacuación de calor hacia el medio ambiente. Este sistema de refrigeración "activo" concierne especialmente a sistemas de refrigeración regulables, en donde unos medios de refrigeración recorren el útil de moldeo. Los medios de refrigeración son especialmente aire ambiente frío, un gas frío y/o un líquido frío con una temperatura por debajo de 40°C o incluso por debajo de 0°C.

45 Además, se considera también como ventajoso que el útil de moldeo esté construido con al menos una estructura expuesta de introducción de microondas que coopere con la superficie de contacto de material sensible a las microondas. Se quiere dar a entender con esto especialmente que en zonas alejadas de la superficie de contacto está dispuesto un material sensible a las microondas que está ubicado en contacto conductor de calor con la superficie de contacto. Por tanto, se puede conseguir especialmente también una conducción de calor "interna" desde posiciones en el útil de moldeo especialmente bien asequibles para los rayos de microondas hasta la superficie de contacto.

50 El procedimiento aquí presentado y el útil de moldeo aquí presentado sirven de manera especialmente preferida para la fabricación de un componente de un fuselaje y/o de una superficie aerodinámica exterior de un avión que

comprende una pieza estructural de esta clase. El componente concierne especialmente a uno de entre el grupo siguiente: alerones de aterrizaje, viga de guía de flaps, piezas de morro, timonería lateral, timonería de altura, deflectores aerodinámicos, elementos de techo, carcasas de toberas, aguilonos, bastidores estructurales. La invención puede utilizarse igualmente para piezas estructurales de otros aparatos voladores, tal como, por ejemplo, en helicópteros.

Se explican seguidamente con más detalle la invención y el entorno técnico con ayuda de las figuras. Cabe consignar que las figuras muestran variantes de realización especialmente preferidas de la invención, pero ésta no queda limitada a ellas. Muestran esquemáticamente:

La figura 1, un dispositivo para realizar el procedimiento,

La figura 2, una primera variante de realización de un útil de moldeo,

La figura 3, una segunda variante de realización del útil de moldeo y

La figura 4, un avión.

En la figura 1 se ilustra un dispositivo 23 para realizar el procedimiento aquí descrito según la invención. El dispositivo puede consistir, por ejemplo, en un autoclave de microondas, tal como éste se ha descrito en la introducción. En este autoclave está previsto ahora un sustrato 24 sobre el cual está representada en sección la pieza estructural 1 que se debe endurecer, aquí una parte de un alerón de aterrizaje. La pieza estructural 1 está inmovilizada entre dos superficies de apoyo 25 sobre el sustrato 24 y presenta una superficie de base sustancialmente curvada 6 y una pluralidad de resaltos 7 a manera de nervios dirigidos hacia arriba.

Para generar una fuente de calor en posición localmente próxima y para garantizar una orientación exacta de los resaltos 7 uno respecto de otro se han posicionado aquí una pluralidad de útiles de moldeo 8 sobre el lado de la pieza estructural 1 que queda alejado del sustrato 24. Los útiles de moldeo 8 cooperan aquí uno con otro. Así, estos están afianzados especialmente uno con otro y entre las dos superficies de apoyo 25. Los útiles de moldeo 8 cubren así toda la superficie exterior libre de la pieza estructural 1 de material compuesto polimerizable 4 reforzado con fibras.

Para garantizar ahora una polimerización uniforme a pesar de esta configuración relativamente compleja 5 de la pieza estructural, los útiles de moldeo presentan un material sensible a las microondas que, como consecuencia de la irradiación con microondas 3 dentro del dispositivo 23, se calienta en una posición localmente próxima a la pieza estructural 1. Así, se pueden conseguir especialmente en la pieza estructural unas temperaturas que alcancen con seguridad al menos 130°C o incluso 180°C.

En la figura 2 se representa un detalle de una variante de realización del útil de moldeo 8. Se representa abajo, de momento parcialmente, la pieza estructural, que está formada con varias capas 2 de material compuesto polimerizable reforzado con fibras (varios estratos de un material preimpregnado). Se presenta aquí una configuración 5 en la que están previstos dos resaltos 7 que se extienden sustancialmente en dirección perpendicular a la superficie de base 6.

Entre estos dos resaltos 7 está posicionado un útil de moldeo 8 configurado aquí sustancialmente en forma de U. Éste cubre completamente la superficie exterior de la pieza estructural entre estos dos resaltos contiguos 7 y, por consiguiente, forma una superficie de contacto 9 con ambos resaltos 7 y con la superficie de base 6 situada entre estos. Precisamente esta superficie de contacto 9 del útil de moldeo 8 está formada ahora con el material 10 sensible a las microondas. El material 10 sensible a las microondas no se extiende aquí por todo el espesor 26 del útil de moldeo 8, sino que solamente en la zona exterior 12 hacia la superficie exterior 18 está previsto material 13 transparente a las microondas, el cual garantiza, por ejemplo, la forma tridimensional 11 semejante a una U incluso con una utilización repetida del útil de moldeo 8. En consecuencia, las microondas 3 atraviesan de momento la zona 12 con material 13 transparente a las microondas y generan entonces un calentamiento dieléctrico del material 10 sensible a las microondas en la zona de la superficie de contacto 9.

En la figura 2 se puede apreciar también que los tramos de pared lateral del molde 11 semejante a una U del útil de moldeo 8 sobresalen de los resaltos 7. Estos tramos de pared sobresalientes sirven especialmente también como superficie de apoyo 25 para útiles de moldeo contiguos 8, de modo que los útiles de moldeo 8 quedan orientados o afianzados uno con respecto a otro y puede mantenerse así exactamente la posición de los resaltos.

La figura 3 muestra otra variante de realización de un útil de moldeo 8. En este caso, el útil de moldeo 8 está construido con material 10 sensible a las microondas no sólo en la zona de la superficie de contacto 9, sino también en los tramos de pared que se proyectan más allá de los resaltos 7. Este tramo sirve, por ejemplo, como estructura expuesta de introducción de microondas, desde la cual se puede generar un flujo de calor (aquí insinuado con una flecha) hacia la superficie de contacto 9. Se impide así especialmente también que se formen puntos fríos no deseados en las zonas del borde de la superficie de contacto 9.

Además, el útil de moldeo 8 está formado aquí con varias zonas de material 13 transparente a las microondas, estando previsto aquí en la zona de la superficie exterior 18 un aislamiento térmico 19 (por ejemplo de lana de vidrio). En las zonas de esquina están formadas adicionalmente unas cavidades 20 que pueden acoplarse, por ejemplo, a un sistema de refrigeración activo 21. Así, por ejemplo, es posible conducir aire ambiente frío a través de las cavidades 20.

La figura 4 ilustra también los componentes 14 del fuselaje o de una superficie aerodinámica 16 de un avión 17, los cuales pueden fabricarse con piezas estructurales según el procedimiento aquí descrito conforme a la invención. Puede apreciarse que con el procedimiento propuesto se pueden fabricar ya piezas estructurales primarias de gran superficie de un avión 17, pudiendo reducirse de igual modo netamente el peso del avión 17. El menor consumo de combustible inherente y/o la mayor carga útil son ventajas esenciales de esta invención.

Lista de símbolos de referencia

	1	Pieza estructural
	2	Primera capa
	3	Microondas
15	4	Material compuesto
	5	Configuración
	6	Superficie de base
	7	Resalto
	8	Útil de moldeo
20	9	Superficie de contacto
	10	Material sensible a las microondas
	11	Molde
	12	Zona
	13	Material transparente a las microondas
25	14	Componente
	15	Fuselaje
	16	Superficie aerodinámica
	17	Avión
	18	Superficie exterior
30	19	Aislamiento térmico
	20	Cavidad
	21	Sistema de refrigeración
	22	Estructura de introducción de microondas
	23	Dispositivo
35	24	Substrato
	25	Superficie de apoyo
	26	Espesor

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar una pieza estructural (1) que presenta al menos una capa (2) con un material compuesto (4) reforzado con fibras, cuyo procedimiento comprende al menos los pasos siguientes:
- 5 a) disposición de la al menos una capa (2) de material compuesto polimerizable (4), reforzado con fibras, con una configuración (5), presentando la configuración (5) una superficie de base (6) y una pluralidad de resaltos (7);
- b) posicionamiento de al menos un útil de moldeo (8) en contacto con al menos un resalto (7), estando realizado el útil de moldeo (8) con un material (10) sensible a las microondas en al menos una superficie de contacto (9) orientada hacia el al menos un resalto (7);
- 10 c) polimerización del al menos un resalto (7) por irradiación del al menos un útil de moldeo (8) con microondas (3),
- caracterizado** porque el útil de moldeo (8) tiene por fuera de la superficie de contacto (9) al menos una zona que está realizada con material (13) transparente a las microondas.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se posiciona en el paso b) el al menos un útil de moldeo (8) en contacto con dos resaltos contiguos (7).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que se fija en el paso b) la pluralidad de resaltos (7) por medio de una pluralidad de útiles de moldeo (8) cooperantes uno con otro.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, como paso d), se retira el al menos un útil de moldeo (8).
- 20 5. Útil de moldeo (8) para fabricar una pieza estructural (1) que presenta al menos una capa (2) con un material compuesto (4) reforzado con fibras, con un molde tridimensional (11), teniendo el útil de moldeo (8) una superficie de contacto (9) para la pieza estructural (1) y estando formada al menos la superficie de contacto (9) con un material (10) sensible a las microondas, **caracterizado** porque el útil de moldeo (8) tiene por fuera de la superficie de contacto (9) al menos una zona (12) que está formada con material (13) transparente a las microondas.
- 25 6. Útil de moldeo (8) según la reivindicación 5, en el que el útil de moldeo (8) tiene una superficie de contacto (9) para la pieza estructural (1) y una superficie exterior (18) opuesta a la superficie de contacto (9), y cerca de la superficie exterior (18) están previstos unos medios de aislamiento térmico (19).
7. Útil de moldeo (8) según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el útil de moldeo (8) tiene al menos una cavidad (20).
- 30 8. Útil de moldeo (8) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el útil de moldeo (8) puede ser unido al menos parcialmente con un sistema de refrigeración activo (21).
9. Útil de moldeo (8) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el útil de moldeo (8) está realizado con al menos una estructura expuesta (22) de introducción de microondas que coopera con la superficie de contacto (9) de material (10) sensible a las microondas.

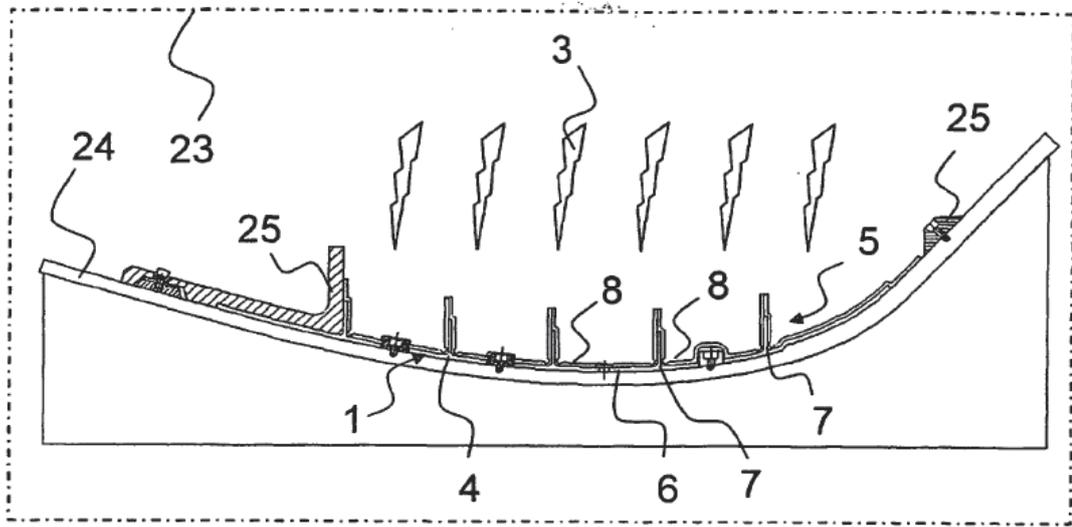


FIG. 1

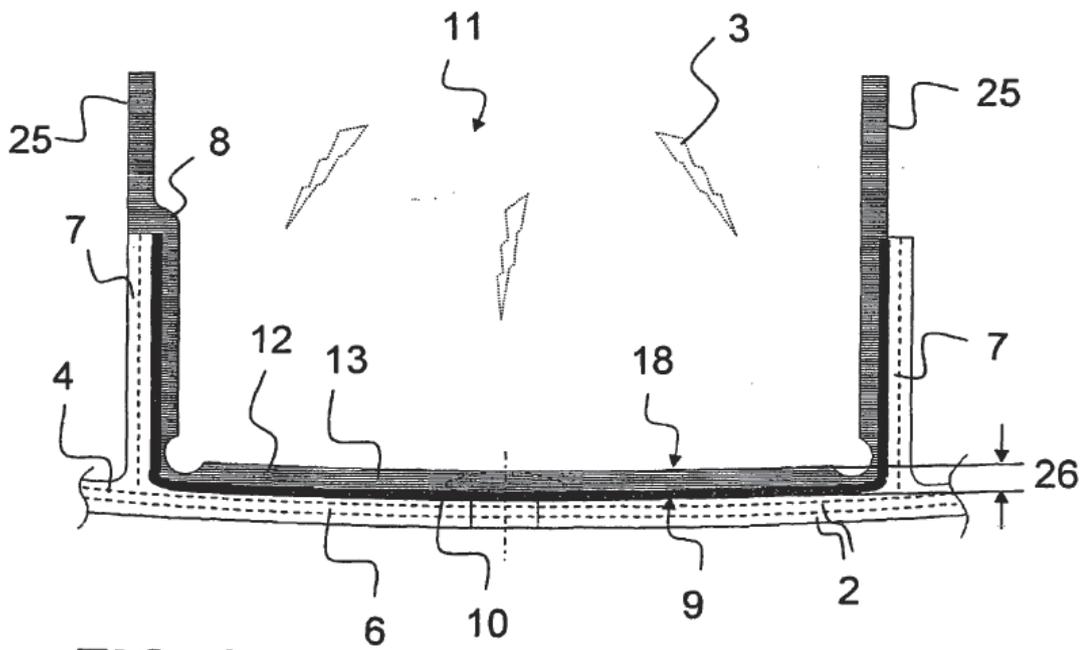


FIG. 2

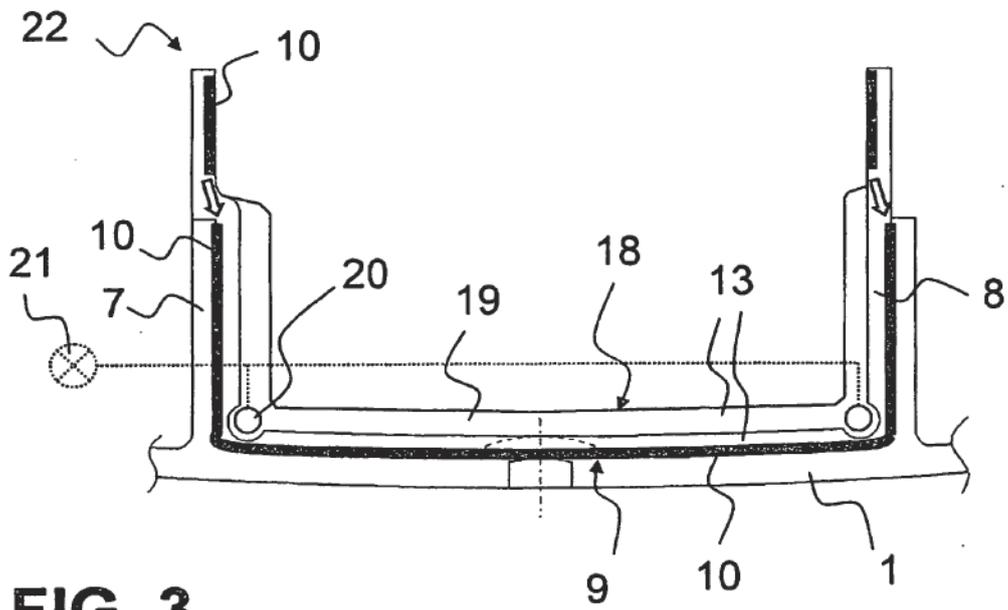


FIG. 3

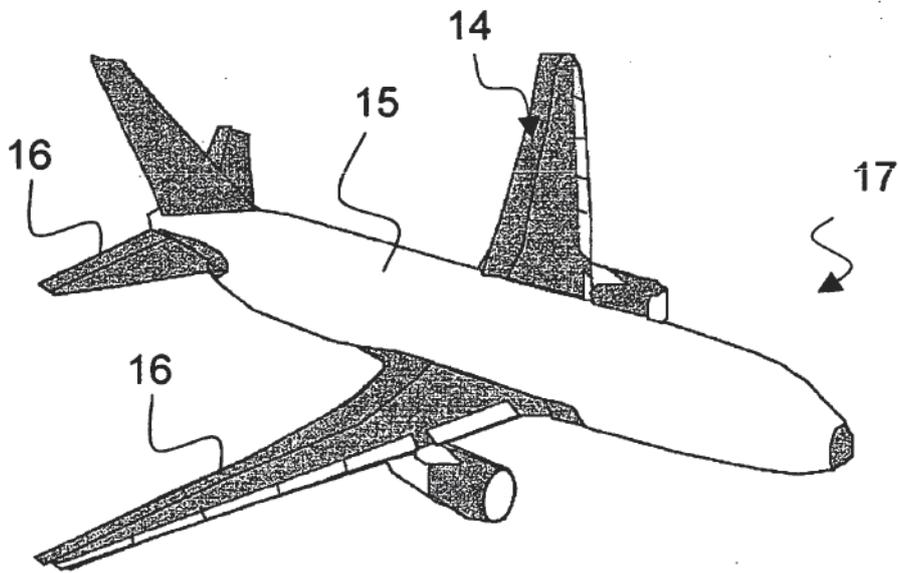


FIG. 4