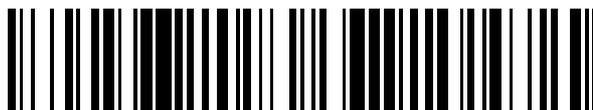


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 658**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/08** (2006.01)

**B29C 70/34** (2006.01)

**B29C 70/78** (2006.01)

**B29C 70/88** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2011** **E 11000350 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2345528**

54 Título: **Proceso de fabricación de una pieza de material compuesto que comprende una capa de acabado funcional**

30 Prioridad:

**18.01.2010 EP 10400010**

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

**14.04.2016**

73 Titular/es:

**AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GMBH  
(50.0%)  
Industriestrasse 4  
86609 Donauwörth, DE y  
AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**WEIMER, CHRISTIAN;  
BÄTGE, NIKOLAUS;  
PARLEVLIET, PATRICIA;  
LUNGE, HANS y  
WACHINGER, GEORG**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

**ES 2 566 658 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).

Proceso de fabricación de una pieza de material compuesto que comprende una capa de acabado funcional

### DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere al campo técnico general de la fabricación de piezas integrales que comprenden refuerzos basados en resina y en fibra. Por ejemplo, estas piezas se obtienen moldeando un material compuesto que comprende un refuerzo de fibra, tejido o textil y una matriz de impregnación. Estas piezas están destinadas, por ejemplo, a la industria aeronáutica, la industria aeroespacial, la industria del automóvil o a la industria de la energía eólica.

10 La matriz de impregnación se entiende que es cualquier tipo de resina de polímero o mezcla de resinas de polímero con una baja viscosidad cuya solidificación resulta de la polimerización. Se necesita una baja viscosidad con el fin de que sea posible cualquier tipo de proceso de infusión o inyección. La viscosidad de la matriz en la tecnología Prepreg puede ser mayor.

15 El término "fibras" indica en lo sucesivo en el presente documento todo tipo de fibras estructurales tales como fibras de carbono, fibras de vidrio o fibras de aramida, polietileno, basalto o fibras naturales.

20 Los procesos de moldeo conocidos no se describen en detalle en el presente documento.

Más específicamente, la invención se refiere a los procesos de moldeo de materiales compuestos licuados también llamados LCM entre los que se conocen diversos procesos tales como, por ejemplo, el moldeo por transferencia de resina asistido por vacío o VARTM, el moldeo por transferencia de resina o RTM, la infusión de resina líquida o LRI, el proceso asistido por vacío o VAP, el proceso de moldeo de infusión de resina compuesta Seeman o cualquier otro método, tal como la infusión Prepreg combinada o CPI, el moldeo por transferencia de resina calificado igual o SQRTM, así como la infusión de resina controlada a presión atmosférica o CAPRI. La invención también es adecuada para la tecnología Prepreg. Estos procesos a menudo tienen al menos una etapa en común que consiste en la impregnación de al menos una capa de fibras de refuerzo en seco con una matriz. Como alternativa, algunos procesos se basan en el uso de preformas o Prepreg preimpregnados que no necesitan una etapa de inyección/infusión de una matriz de este tipo.

25 Una estructura de polímero reforzada con fibras puede fabricarse de acuerdo con diversos procesos algunos de los cuales se proporcionan a continuación.

30 Uno de estos procesos consiste en depositar y curar un prepreg en un autoclave, una prensa o un horno, bajo la influencia de unos parámetros de procesamiento tales como la presión y el calor.

Otro de estos procesos se basa en una infusión de preformas secas, también llamado (LCM) en el que la solidificación de la matriz de polímero puede producirse en una prensa caliente, en un horno, en el autoclave, a través de inducción o en una máquina de Quickstep<sup>TM</sup>.

35 Además, se han descubierto algunos materiales termoplásticos para adherirse bien a materiales distintos, tales como epoxis, poliamidas u otros termoplásticos. La unión se produce o por una disolución parcial del material termoplástico o una capa en una resina o por cualquier otra interacción física o química.

40 Las piezas de material compuesto resultantes de los procesos conocidos a menudo no tienen funcionalidades y propiedades mecánicas físicas y/o químicas satisfactorias, en particular la superficie. En función de, por supuesto, el campo de aplicación, es necesario en muchos casos usar muchas etapas de acabado que a menudo son gravosas y costosas. Este es, por ejemplo, el caso cuando se desea proporcionar a la pieza de material compuesto una protección contra la caída de rayos o, por ejemplo, una protección contra la erosión. Este también es el caso, por ejemplo, cuando se quiere hacer que las piezas de material compuesto sean resistentes al desgaste o cuando se quiere proporcionar dicha pieza con recubrimientos funcionales adicionales, por ejemplo, en relación con la estética o la aerodinámica, o como una preparación para la pintura, la unión, la facilidad de moldeo o la unión eléctrica.

45 Por ejemplo, los procesos de fabricación que consisten en el uso de, por ejemplo, una lámina termoplástica o polvo termoplástico colocado en la interfaz de las piezas principales que constituyen una estructura integral a impregnar son conocidos a partir del documento EP1317501. Esta lámina termoplástica influye en las propiedades de la matriz de impregnación con el fin de mejorar su difusión en la capa de fibra. Estas láminas termoplásticas no permiten optimizar las propiedades mecánicas y físicas de superficie de tales piezas de material compuesto.

50 En los procesos conocidos, son necesarias etapas adicionales, tales como usar un revestimiento de gel para el acabado de superficie, o la limpieza de superficies y preparación de la superficie para las operaciones de unión.

60 El documento EP 1625929 A1 desvela un molde para fabricar un producto moldeado que comprende un laminado

de un material de superficie termoplástica y un material estructural. El molde comprende una primera superficie de moldeo cerrada impermeable al aire, para dar forma al material de superficie y una funda permeable al aire que se localiza en relación con el molde. La funda está adaptada de tal manera que al aplicar una presión de vacío en el molde a la funda, el material de superficie entra en contacto con la segunda superficie de moldeo y se adapta a la forma del molde.

El documento FR2466872 desvela un elemento autoportante para el interior de un vehículo de motor que incluye un panel y un método de fabricación.

El documento WO2007048141 desvela unos métodos para aplicar unas láminas protectoras a los artículos de material compuesto. De acuerdo con estos métodos y artículos de material compuesto resultantes, se aplica una lámina protectora a al menos una parte de una superficie exterior formada a partir de un material compuesto y en la que se desea una protección. Al menos una superficie exterior del artículo de material compuesto a protegerse puede estar formada integralmente en la presencia de la lámina protectora.

El documento WO2004062409 desvela un casco de seguridad a prueba de tensiones, resistente a los golpes, de peso ligero y fabricado a un bajo coste. El casco de seguridad incluye una carcasa, que se fabrica moldeando una funda que usa una resina termoplástica, que cubre el exterior de la funda con una lámina de fibra reforzada, preparando un molde, que dispone la funda en una posición invertida en un lado de moldeo cóncavo del molde, inyectando una resina termoendurecible entre la funda y el lado de moldeo, endureciendo la resina termoendurecible, y separando la resina termoendurecible endurecida del molde; y una almohadilla de amortiguación unida al interior de la funda.

El documento US 2004046291 desvela un proceso de transferencia de resina en un material de fibra de refuerzo usado en la fabricación de artículos de material compuesto. Una primera etapa en el método implica el posicionamiento de al menos una capa del material de fibra de refuerzo en la superficie de un molde abierto. El material de fibra de refuerzo normalmente se compone de fibras de vidrio, carbono, polietileno lineal, polipropileno, y poliéster. Posteriormente, se aplica una capa de sellado en forma líquida sobre el material de fibra de refuerzo para crear una cámara hermética que encapsula el material de fibra de refuerzo entre la capa de sellado y el molde. Después se deja que la capa de sellado se cure, se aplica una presión de vacío a la cámara hermética para extraer la resina a través del material de fibra de refuerzo. Por ejemplo, la resina puede ser una resina de éster de epoxi poliéster o vinilo. De acuerdo con un aspecto de la invención, antes de la primera etapa de colocar el material de fibra de refuerzo en la superficie del molde, puede aplicarse una capa opcional de revestimiento de gel a la superficie del molde.

En consecuencia, el objetivo de la presente invención es remediar las desventajas anteriormente mencionadas y proponer un nuevo proceso de fabricación para las piezas de material compuesto reforzadas y optimizadas especialmente en lo que se refiere a las propiedades de superficie de las mismas.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un nuevo proceso de fabricación que no necesite la implementación de las operaciones de acabado después de la etapa de solidificación final de la pieza de material compuesto reforzada con el fin de proporcionar esta pieza con las funcionalidades y propiedades requeridas.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un nuevo proceso de fabricación específicamente simple y fiable para una pieza de material compuesto reforzada y optimizada con un número limitado de etapas a implementarse.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un nuevo proceso de fabricación específicamente simple y fiable para una pieza de material compuesto reforzada y optimizada con un número limitado de elementos necesarios para su implementación y también con un número limitado de elementos a disponerse o reciclarse.

Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención, reside en obtener un fácil desmoldeo de la pieza de material compuesto.

Los objetivos de la invención se consiguen mediante un proceso de fabricación de acuerdo con las reivindicaciones. Las realizaciones preferidas se presentan con las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, un proceso de fabricación de una pieza de material compuesto que tiene una estructura de refuerzo que comprende al menos una capa de refuerzo basada en un refuerzo de fibra, tejido o textil y al menos una matriz de impregnación que impregna la estructura de refuerzo, que consiste en proporcionar la estructura de refuerzo con una capa de acabado funcional en al menos una de las superficies de dicha estructura de refuerzo.

Los objetivos de la invención se consiguen usando un proceso de fabricación de una pieza de material compuesto que tiene una estructura de refuerzo que comprende al menos una capa de refuerzo basada en un refuerzo de fibra,

tejido o textil y al menos una matriz de impregnación que impregna la estructura de refuerzo, que consiste en proporcionar la estructura de refuerzo con una capa de acabado funcional que comprende una lámina termoplástica funcional en al menos una de las superficies de dicha estructura de refuerzo, caracterizado por que consiste en:

- 5
- usar un molde cuya forma se corresponde con la futura pieza de material compuesto,
  - disponer la estructura de refuerzo dentro del molde y cubrir la estructura de refuerzo con la lámina termoplástica funcional,
  - sellar el molde mediante la lámina termoplástica funcional,
- 10
- calentar la estructura de refuerzo hasta alcanzar la temperatura de inyección/infusión de la matriz de impregnación, de tal manera que la pieza de material compuesto comprenda la lámina termoplástica,
  - inyectar o infundir la matriz de impregnación en el molde con el fin de impregnar la estructura de refuerzo, de tal manera que la pieza de material compuesto comprenda la lámina termoplástica,
  - solidificar a continuación la pieza de material compuesto resultante sometiéndola a la temperatura de solidificación final durante un tiempo determinado,
- 15
- y extraer la pieza de material compuesto provista de una capa de acabado funcional del molde.

De acuerdo con otro ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar un molde cerrado e inyectar la matriz en el interior del molde cerrado con presión.

20 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar una estructura de refuerzo preimpregnada y/o un Prepreg, evitando de este modo implementar la etapa de inyectar/infundir la matriz de impregnación.

25 De acuerdo con otro ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar una lámina termoplástica funcional cuya temperatura de reblandecimiento se encuentra en el intervalo de -50 °C y 250 °C, preferentemente en el intervalo de 80 °C - 250 °C, lo más preferentemente está entre 120 °C - 250 °C.

30 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar una lámina termoplástica, algunos materiales constitutivos de los que se eligen unos materiales tales como PSU, PPSU, PES, SRP, poliimididas, poliamidas, poli(eterimida) PEI, fenoxi y copolímeros o materiales que puedan disolverse en caprolactama, polisulfonas, sulfuros de poliéter o polieterimididas.

35 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar una lámina termoplástica que tenga un espesor comprendido entre 0,02 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,02 - 0,4 mm, lo más preferentemente entre 0,02 - 0,05 mm.

40 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en dar forma a la lámina termoplástica que forma la futura pieza de material compuesto. De este modo se evita cualquier riesgo de aparición de pliegues o irregularidades en la superficie exterior de la pieza de material compuesto.

45 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar unos materiales que compongan la lámina termoplástica que comprendan al menos un material que se expande bajo el efecto del calor. Una expansión de este tipo hace que sea posible mejorar la unión entre las piezas de la estructura de refuerzo y mejorar la capa de acabado. De esta manera, pueden obtenerse las propiedades de autocuración de la capa de acabado.

50 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar unos materiales que constituyan la lámina termoplástica que comprendan al menos un material eléctricamente conductor. Para este fin la lámina termoplástica puede comprender unas partículas de tipo de nanotubos de carbono u otros aditivos metálicos. Como variante, la lámina termoplástica también puede estar asociada con una estructura de tipo malla metálica. Esto es específicamente interesante para lograr una protección contra la caída de rayos y asegurar la unión eléctrica.

55 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar unos materiales que compongan la lámina termoplástica que comprendan al menos un material no inflamable o retardante de llama. Tal material hace que sea posible mejorar el retardo de llama de la pieza de material compuesto.

60 De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en usar una matriz de impregnación para la estructura de refuerzo cuya temperatura de solidificación esté comprendida entre 120 °C y 400 °C, preferentemente entre 120 °C - 330 °C.

De acuerdo con un ejemplo de implementación del proceso conforme a la invención, la matriz de impregnación es una resina termoendurecible elegida entre una familia de productos que comprenden epoxis (RTM6), poliimididas

(IMC) o ésteres de cianato.

De acuerdo con otro ejemplo de implementación del proceso conforme a la invención, la matriz de impregnación es un sistema de resina termoplástica elegido entre una familia de productos que comprenden poliamidas (poliamida

5 aniónica-6, PA11), poliésteres (PBT cíclico), polímeros cristalinos líquidos, policetonas o polisulfonas. De acuerdo con un ejemplo de implementación, el proceso conforme a la invención consiste en someter la estructura de refuerzo impregnada a un vacío o a una presión mayor que la presión atmosférica durante la fase de solidificación final.

10 Una ventaja del proceso conforme a la invención, reside en la provisión de nuevas propiedades y/o funcionalidades de la superficie de la pieza de material compuesto y de hacerlo a través de los materiales que componen la lámina termoplástica. A modo de ejemplo puede obtenerse alta dureza, resistencia al rayado, buena adherencia con una matriz subyacente y unas propiedades repelentes a la suciedad. La lámina termoplástica de acuerdo con la invención abarca también materiales termoplásticos con aditivos tales como nano-partículas, retardadores de llama

15 o pigmentos.

Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención reside en la sencillez del mismo y en el número limitado de etapas para aplicar el mismo.

20 Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención reside en la provisión de la superficie de la pieza de material compuesto con nuevas propiedades y/o funcionalidades y hacerlo sin implementar unas etapas de fabricación adicionales o al menos con menos etapas complicadas que las etapas de los métodos conocidos.

25 Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención se obtiene de manera inesperada por la contribución de nuevas propiedades y/o funcionalidades a la superficie de la pieza de material compuesto, sin modificar sustancialmente la implementación de los procesos de fabricación conocidos. En particular, el ciclo de solidificación de resina inyectada no se altera por el uso de una lámina termoplástica funcional.

30 Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención, reside en obtener una pieza de material compuesto que conserve un acabado satisfactorio en la superficie, evitando de este modo tener que disponer unos revestimientos adicionales en dicha pieza.

35 Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención, reside en obtener una pieza de material compuesto que tenga una superficie de acabado en la que pueda depositarse directamente una capa de barniz o pintura sin tratamiento anterior de dicha superficie de acabado.

Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención reside en obtener una pieza de material compuesto que tenga una superficie de acabado que proporcione a la pieza de material compuesto una resistencia al impacto mejorada.

40 Otra ventaja del proceso de fabricación conforme a la invención reside en obtener un fácil de-moldeo de la pieza de material compuesto.

45 La lámina termoplástica funcional comprende al menos una capa basada en una película, fibra, tejido o textil de material termoplástico con/sin un material de refuerzo termoplástico adicional y unos medios integrados opcionales, que se explican con más detalle a continuación. En este contexto, los medios integrados también comprenden unos medios unidos a la lámina termoplástica por encolado o de otra manera por fijación o conexión.

50 Debido a la composición de los materiales termoplásticos y/o los medios integrados, la lámina termoplástica muestra unas propiedades que mejoran su funcionalidad en comparación con las películas termoplásticas conocidas: por ejemplo, se mejora la capacidad de expansión, la capacidad de soldar, la resistencia al impacto, la resistencia al fuego, la conductividad eléctrica, la transferencia de calor, la capacidad de pintarse y/o separarse. Esto distingue la lámina termoplástica funcional del material de revestimiento termoplástico de la técnica anterior (por ejemplo, el documento EP1625929).

55 Además, la lámina termoplástica funcional reemplaza las etapas de fabricación durante la producción y/o durante el acabado de una pieza de material compuesto. Además, la composición de los materiales termoplásticos y/o de los medios integrados simplifica en gran medida, por ejemplo, la unión de piezas de material compuesto, uniendo medios adicionales durante el proceso de fabricación y/o en un proceso de post-fabricación de la pieza de material compuesto. Esto ya se ha explicado también anteriormente y se describe con más detalle a continuación.

60

La capa de acabado funcional comprende la lámina termoplástica funcional y está formada integralmente con la estructura de refuerzo. La capa de acabado funcional muestra al menos todas las propiedades de la lámina termoplástica funcional. Está al menos parcial o localmente unida a la estructura de refuerzo.

- De acuerdo con un ejemplo de implementación, la lámina termoplástica, comprende algunos materiales constituyentes de los que se seleccionan de entre materiales tales como PSU, PPSU, PES, SRP, poliimidias, poliamidas, poli(eterimida) PEI, fenoxi, copolímeros y/o materiales que puedan disolverse en al menos uno de entre:
- 5 caprolactama (policaprolactama o poliamida), caprolactama épsilon, componentes epoxi, bismaleimidias y componentes de los mismos, ésteres de cianato, poliésteres, ésteres de vinilo, benzoxazinas, polisulfonas, sulfuros de poliéter o sistemas de resina basados en poliimida o similares, y componentes de los mismos con/sin las partículas u otros aditivos necesarios para la funcionalidad descrita anteriormente.
- 10 Como ya se ha mencionado anteriormente, los polímeros termoplásticos (termoplásticos) son amorfos, cristalinos o preferentemente termoplásticos semicristalinos. En consecuencia, la temperatura de reblandecimiento está por encima de la temperatura del vidrio para termoplásticos amorfos y para termoplásticos semicristalinos. Para los termoplásticos altamente cristalinos, la temperatura de reblandecimiento se corresponde con la temperatura de cristalización.
- 15 La temperatura de reblandecimiento puede ser tan baja como -50 °C hasta 200 °C, por ejemplo, la poliamida húmeda POM puede tener una temperatura de reblandecimiento de -70 °C - 220 °C, la polieterimida incluso hasta de 217 °C.
- 20 La resina termoformable se ablanda cuando se calienta a una temperatura específica. Además, los materiales termoendurecibles tales como los de una familia de productos que comprenden epóxidos, ésteres de cianato y poliimidias pueden tener propiedades termoformables.
- De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, la lámina termoplástica funcional comprende unas
- 25 partículas, por ejemplo, partículas de metal de Cu, Ag, Fe aleaciones de los mismos, y/o de acero y similares, y/o óxido de aluminio y similares. Las partículas pueden ser nanopartículas, así como (nano) partículas no metálicas, tales como nanotubos de carbono, grafeno, cadenas de nanoesferas de carbono o nanoarcilla. Por ejemplo, las partículas de nanoarcilla mejoran la tasa de desgaste, la tasa de absorción de humedad, la resistencia al fuego y la dureza de la lámina termoplástica funcional. Además, los nanotubos de carbono, grafenos y/o las cadenas de
- 30 nanoesferas de carbono, por ejemplo, mejoran las propiedades mecánicas como la rigidez y la resistencia de la lámina termoplástica funcional.
- Las partículas de metal son eléctricamente conductoras y proporcionan capacidad de calentamiento inductivo. Las partículas mejoran la resistencia al desgaste, la conductividad eléctrica, así como el de-moldeo de la pieza de
- 35 material compuesto del molde y todas las otras propiedades mencionadas anteriormente.
- De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, la lámina termoplástica funcional comprende al menos una trayectoria eléctricamente conductora adecuada para la transferencia de datos, la conductividad eléctrica, la conductividad térmica o la transferencia de detección. La transferencia de detección también comprende
- 40 la conexión de sistemas eléctricos de sensibilidad al impacto a través del cambio en la resistividad eléctrica de la configuración eléctrica de la lámina termoplástica funcional.
- La trayectoria eléctricamente conductora puede estar integrada en o sobre la superficie de la lámina termoplástica funcional. La trayectoria eléctricamente conductora es, por ejemplo, un alambre metálico, una banda metálica, unas
- 45 etiquetas metálicas o cualquier otro material conductor, o una red percolada de partículas conductoras. El diámetro del alambre metálico es de 0,001 - 0,5 mm, preferentemente de 0,001 - 0,2 mm, lo más preferentemente de 0,001 - 0,005 mm. El espesor de la banda metálica es tan delgado como de 0,01 - 0,5 mm, preferentemente de 0,01 - 0,2mm, lo más preferentemente de 0,01 - 0,05 mm. La anchura de la banda metálica es, por ejemplo, de 1-5 cm mm. El diámetro de las partículas en la red percolada es de 5-1000 nm, preferentemente de 10 a 100 nm, lo más
- 50 preferentemente de 20 a 100 nm.
- Las partículas usadas comprenden todos los metales que tienen un punto de fusión por encima de la temperatura de reblandecimiento o por encima de la temperatura de inyección/infusión de la matriz de impregnación, por ejemplo,
- 55 Cu, Ag, Fe, aleaciones de los mismos y/o de acero y similares, y/o de óxido de aluminio y similares.
- La trayectoria eléctricamente conductora puede estar integrada en o sobre la superficie de la lámina termoplástica funcional. Esta trayectoria puede usarse para la transferencia de datos, por ejemplo, hacia o desde uno o más sensores dispuestos en el interior o en la superficie de la pieza de material compuesto. También, la trayectoria conductora puede usarse para transferir corriente eléctrica a los componentes eléctricos, sensores, etiquetas
- 60 electrónicas, etc., en el interior o fuera de la pieza de material compuesto. Como alternativa, el calor puede transferirse a través de la trayectoria conductora, de tal manera que la pieza de material compuesto mantenga una temperatura predefinida, si se desea. Esto puede ser crucial para las piezas de material compuesto, tales como unas palas de rotor y puede usarse para eliminar el hielo o anti-formación de hielo.

De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, los sensores en general incluyen todo tipo de sensores. Por ejemplo, si la pieza de material compuesto es una pala de rotor o una pala de turbina eólica tales sensores incluyen unos sensores de presión que detectan la presión en el lado de aspiración o en el lado de presión de la pala. El estrés también fuerza o tuerce la pieza de material compuesto, por ejemplo, una pala del rotor, puede detectarse y los datos transferirse a través de la trayectoria eléctricamente conductora, por ejemplo, a un controlador. También pueden usarse sensores de temperatura tales como unos termistores. Los sensores pueden estar integrados en la lámina termoplástica funcional, entre la lámina termoplástica funcional y el material compuesto o en la superficie exterior de la lámina termoplástica funcional. Como alternativa, pueden proporcionarse unos medios para el ajuste simplificado de los sensores opcionales en la superficie interior/exterior de la lámina termoplástica funcional.

De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, la lámina termoplástica funcional comprende al menos un director de energía para ultrasonidos, inducción, resistencia eléctrica. El al menos un director de energía puede ser de todo tipo de medios para calentar la superficie para permitir que se produzca una unión por aglomeración de fusión debida a la fusión de la superficie. Puede estar dispuesto en la superficie interior o exterior de la lámina termoplástica funcional.

Tales directores de energía mejoran altamente la capacidad de soldadura de la lámina termoplástica funcional (y por lo tanto de la capa de acabado funcional) de manera que la energía necesaria para la soldadura se concentra en la región en la que se localiza el al menos un director de energía. Las estructuras complejas pueden estar compuestas por la unión de varias piezas de material compuesto, reduciendo de este modo la complejidad en sí de la geometría de las piezas de material compuesto. Las piezas de material compuesto se unen, en general, por soldadura de ultrasonidos, inducción, resistencia o por microondas.

Los alambres metálicos, tales como de Cu, Ag, Fe, aleaciones de los mismos, y/o alambres de acero y similares o las partículas no metálicas conductoras, tales como los CTN y/o el óxido de aluminio y similares se usan como directores de energía. El alambre puede estar dispuesto en una forma de un cuadrado y/o en una forma de una espiral redonda/cuadrada o en la forma de un triángulo. El espesor del alambre varía desde 0,01 hasta 1 mm. Otros directores de energía pueden consistir en inhomogeneidades locales poliméricas (por ejemplo, rugosidad de superficie con contenido termoplástico localmente más alto) de diversos tipos, tales como secciones transversales triangulares, rebordes pequeños (por ejemplo, varios alambres colocados uno junto a otro) con 0,1 - 1 mm de espesor, forma triangular de 5 pero preferentemente de 2 mm<sup>2</sup> de sección transversal y más pequeña.

Para la soldadura por ultrasonidos se aplican localmente unas vibraciones acústicas ultrasónicas de alta frecuencia a las piezas de material compuesto que se mantienen juntas bajo una presión mecánica. Un director de energía integrado con la lámina termoplástica funcional (y por lo tanto con la capa de acabado funcional) de una pieza de material compuesto en contacto con la capa de acabado funcional de la otra pieza de material compuesto, no hace necesario que se contenga un director de energía en la interfaz de las piezas de material compuesto. La energía ultrasónica funde el punto de contacto o superficie de interfaz entre las capas de acabado funcionales o la capa de acabado funcional y una lámina de recubrimiento termoplástico (si la otra pieza de material compuesto es como en la técnica anterior, es decir, sin la capa de acabado funcional) creando una unión.

Para la soldadura por inducción un director de energía comprende compuestos eléctricamente conductores o ferromagnéticos. Estos pueden ser las partículas metálicas u otro material conductor. Un campo electromagnético de alta frecuencia actúa en los compuestos eléctricamente conductores o ferromagnéticos, que absorben la energía de la bobina de inducción y se calientan, calentando de este modo el material circundante que se funde creando una unión entre las dos piezas de material compuesto.

Para la soldadura por resistencia eléctrica el calor de la soldadura se genera por la resistencia de la corriente de soldadura de un director de energía. Las temperaturas de soldadura también dependen del tamaño del director de energía. En el punto de mayor resistencia eléctrica, es decir, la interfaz de las piezas de material compuesto, se forman pequeños charcos de metal fundido cuando una corriente alta pasa a través del alambre de metal o las etiquetas de los compuestos ferromagnéticos del director de energía. La interfaz es una malla de metal impregnada con termoplástico.

Los directores de energía también se utilizan para la soldadura por vibración, en la que pueden usarse soportes de termoplástico.

En los procesos de soldadura mencionados anteriormente la capa de acabado funcional de las piezas de material compuesto puede unirse completamente o al menos parcialmente. Además, la unión local de las superficies de las piezas de material compuesto puede proporcionarse cuando se necesite una unión local, por ejemplo, los soportes se disponen en una superficie de la lámina termoplástica funcional en la que solo se necesita localmente la lámina funcional (en este caso se une la capa de acabado funcional con los soportes).

De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, una lámina termoplástica funcional comprende al menos dos capas de material termoplástico y/o un material termoplástico co-extruido o menos una capa superior y al menos una capa inferior.

5 La al menos una capa superior comprende al menos un material con una buena adherencia a la resina de infusión, por ejemplo, PSU, PPSU, PES, SRP, poliiimidias, poliamidas, poli(eterimida) PEI, fenoxi, copolímeros y/o un material que puede disolverse en al menos uno de entre: caprolactama (policaprolactama o poliamida), caprolactama épsilon, componentes epoxi, bismaleimidias y componentes de los mismos, ésteres de cianato, poliésteres, ésteres de vinilo, benzoxazinas, polisulfonas, sulfuros de poliéter o sistemas de resina basados en poliiimida o similares y  
10 componentes de los mismos con/sin las partículas mencionadas anteriormente u otros aditivos necesarios para la funcionalidad descrita anteriormente.

La al menos una capa inferior comprende al menos uno de entre: PEEK, PPS PEKK, polímeros autorreforzados o una combinación de los mismos o de otro material con una baja adherencia a la resina de infusión con/sin las partículas mencionadas anteriormente u otros aditivos necesarios para la funcionalidad descrita anteriormente.

15 Los aditivos comprenden carbonato de calcio, partículas de elastómero (por ejemplo, cauchos de núcleo y corteza de resistencia al impacto), óxido de titanio (que aumenta la resistencia UV, la rigidez o la fuerza).

20 La al menos una capa superior está en contacto con el refuerzo y es parcialmente soluble en la resina de impregnación o se disuelve con el refuerzo preimpregnado o con el material preimpregnado cuando se calienta. La al menos una capa inferior tiene una excelente resistencia mecánica y química que se conserva también a altas temperaturas. Es altamente resistente al desgaste, proporciona un excelente comportamiento al impacto, resistencia al fuego y ha mejorado la capacidad de pintarse. Además, se mejora el de-moldeo de manera que la capa inferior puede separarse más fácilmente del molde.

25 De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, las al menos dos capas comprenden solo unas capas co-extruidas. Para una lámina termoplástica funcional que comprende más de dos capas, las capas co-extruidas pueden combinarse con una o más capas descritas anteriormente. Las capas co-extruidas también comprenden los materiales descritos para la al menos una capa superior o la al menos una capa inferior.

30 De acuerdo con un ejemplo de implementación de la invención, la capa exterior o la capa más exterior de la al menos una capa inferior puede comprender al menos unos materiales termoplásticos con una temperatura de reblandecimiento más baja, permitiendo de este modo una soldadura más fácil y menos entrada de calor a la interfaz de las partes de material compuesto a unirse. Un calentamiento rápido y una velocidad de calentamiento superior pueden lograrse también mediante el calentamiento de los aditivos como se ha mencionado anteriormente. La capa exterior o más exterior puede tener una baja viscosidad de fundido, de tal manera que se necesita menos presión para proporcionar la unión.

40 Debido a la mejora de la capacidad de expansión la lámina termoplástica funcional proporciona capacidades de tolerancia mejoradas, por ejemplo, un desajuste no intencionado entre la estructura de refuerzo y el molde se compensa con la lámina termoplástica funcional. El desajuste puede ser tan alto como 5 mm. La capacidad de expansión mejorada de la lámina termoplástica funcional proporciona una presión aditiva entre 0,01 - 5 bar.

45 De acuerdo con una implementación de la invención, la al menos una trayectoria eléctricamente conductora está integrada en al menos una capa superior de la lámina termoplástica funcional, de tal manera que se apoya sustancialmente en la estructura de refuerzo. La capa entre el refuerzo de carbono y la capa eléctricamente conductora de la lámina co-extruida, funciona como un aislante para evitar cortocircuitos entre la capa conductora y el refuerzo de fibra de carbono conductor.

50 Una pluralidad de trayectorias eléctricamente conductoras están integradas en las múltiples capas de la lámina termoplástica funcional, por ejemplo, cuando el calor se va a transferir a múltiples trayectorias que se propagan a lo largo de la misma ruta puede proporcionarse una mayor capacidad de calor en las partes deseadas de la pieza de material compuesto. Además, puede mejorarse la transferencia de datos mediante múltiples rutas en múltiples capas de la lámina termoplástica funcional.

55 De acuerdo con una implementación de la invención, el al menos un director de energía está integrado en la superficie más externa de la al menos una capa inferior, de acuerdo con el tamaño del director de soldadura o el proceso de soldadura.

60 También es posible eliminar la capa de acabado funcional, si se desea, moliendo o añadiendo calor, de tal manera que la capa(s) termoplástica se funde o preferentemente se ablanda de tal manera que la baja resistencia mecánica que queda proporciona una fácil eliminación de la estructura de refuerzo.

La invención y sus ventajas descritas anteriormente aparecerán con mayor detalle junto con la descripción que sigue

de unos ejemplos de ejecución y aplicación, proporcionados como una ilustración y sin limitación, con referencia a las figuras adjuntas, que muestran:

- 5 – Las figuras 1, 2 y 3 ilustran de manera esquemática las etapas de un primer ejemplo que no es parte de la invención para fabricar piezas de material compuesto.
- Las figuras 4, 5 y 6 ilustran de manera esquemática las etapas de implementación del proceso de fabricación conforme a la invención para fabricar piezas de material compuesto.
- 10 – Las figuras 7, 8 y 9 ilustran de manera esquemática las etapas de un ejemplo adicional de implementación del proceso de fabricación conforme a la invención para fabricar piezas de material compuesto.

Los elementos estructurales y funcionales idénticos, que se muestran en varias figuras o ilustraciones diferentes, se proporcionan con una única referencia numérica o alfanumérica.

- 15 Las figuras 1 a 3 ilustran de manera esquemática una variante de implementación del proceso de fabricación que no forma parte de la invención. Este proceso consiste en la fabricación de una pieza de material compuesto 1 que tiene una estructura de refuerzo 2 que comprende al menos una capa de refuerzo basada en un refuerzo de fibra, tejido o textil y al menos una matriz de impregnación que impregna la estructura de refuerzo 2.

- 20 Una primera etapa a1 consiste en usar un molde abierto 3 cuya forma se corresponde con la futura pieza de material compuesto 1.

La segunda etapa a2 consiste en colocar una lámina termoplástica funcional 4 en el molde abierto 3 como se muestra en la figura 1.

- 25 La figura 2 ilustra, en particular una tercera etapa a3 que consiste en disponer la estructura de refuerzo 2 en la lámina termoplástica funcional 4 en el interior del molde abierto 3.

De acuerdo con una cuarta etapa a4, el proceso de fabricación consiste en sellar el molde abierto 3 con una lámina de vacío 5. Tal lámina de vacío ya se conoce.

- 30 Una quinta etapa a5 consiste en aplicar un vacío V en el interior del molde sellado 3 y calentar la estructura de refuerzo 2 hasta llegar a la temperatura de impregnación de la matriz de impregnación. Las uniones 6 se colocan entre la lámina de vacío 5 y la lámina termoplástica funcional 4 que cubre la superficie interior del molde abierto 3.

- 35 A continuación, una etapa a6 consiste en impregnar la matriz de impregnación en el molde 3 con el fin de impregnar la estructura de refuerzo 2. Un puerto de inyección 7 hace que sea posible impregnar la matriz directamente entre la lámina de vacío 5 y la lámina termoplástica funcional 4.

- 40 Una etapa a7 consiste en solidificar a continuación la pieza de material compuesto resultante 1 sometiéndola a la temperatura de solidificación final durante un tiempo determinado tal como 120 °C, 180 °C, 250 °C o a la temperatura ambiente.

Una etapa a8 consiste en extraer la pieza de material compuesto 1 provisto de una capa de acabado funcional 8 del molde 3. Un ejemplo de ejecución de una pieza de material compuesto 1 de este tipo se muestra en la figura 3.

- 45 Por lo tanto el proceso consiste en proporcionar la estructura de refuerzo 2 con una capa de acabado funcional 8 en al menos una de las superficies de dicha estructura de refuerzo 2.

- 50 De acuerdo con una implementación, el proceso de fabricación consiste en calentar y fundir localmente la lámina termoplástica funcional 4, después de disponerla en el molde abierto 3, con el fin de obtener una unión con la estructura de refuerzo 2. La estructura puede estar compuesta de un conjunto de capas de refuerzo que se mantienen en su posición mediante la unión con la lámina termoplástica funcional 4.

- 55 De acuerdo con una implementación del proceso de disponer una segunda lámina termoplástica funcional 9 entre la estructura de refuerzo 2 y la lámina de vacío 5 antes de sellar el molde abierto 3. Un segundo ejemplo de implementación de la pieza de material compuesto 1 estará provisto de una capa de acabado funcional 8 en cada una de las superficies de la misma, como se ilustra en la figura 3.

- 60 Las figuras 4 a 6 ilustran de manera esquemática la implementación del proceso de fabricación conforme a la invención. Este proceso consiste en la fabricación de una pieza de material compuesto 1 que tiene una estructura de refuerzo 2 que comprende al menos una capa de refuerzo basada en un refuerzo de fibra, tejido o textil y al menos una matriz de impregnación que impregna la estructura de refuerzo 2.

De acuerdo con una primera etapa b1, el proceso consiste en usar un molde abierto 3, mostrado en la figura 4, cuya

forma se corresponde con la futura pieza de material compuesto 1.

De acuerdo con una segunda etapa b2 ilustrada en la figura 5, el proceso consiste en disponer la estructura de refuerzo 2 en el interior del molde abierto 3.

5 De acuerdo con una tercera etapa b3, el proceso consiste en sellar el molde abierto con una lámina termoplástica funcional.

10 A continuación, de acuerdo con una cuarta etapa b4, el proceso consiste en aplicar un vacío V en el interior del molde sellado 3 y calentar la estructura de refuerzo hasta alcanzar la temperatura de impregnación de la matriz de impregnación.

15 A continuación, de acuerdo con una quinta etapa b5, el proceso consiste en inyectar la matriz de impregnación en el molde 3 con el fin de infundir la estructura de refuerzo 2.

Una etapa b6 consiste en solidificar a continuación la pieza de material compuesto resultante 1 sometiéndola a la temperatura de solidificación final durante un tiempo determinado.

20 Por último, una etapa b7 consiste en extraer del molde 3 la pieza de material compuesto 1 provista de una capa de acabado funcional 8 en su superficie superior como se muestra en la figura 6.

25 De acuerdo con un ejemplo de implementación adicional conforme a la invención, ilustrada en las figuras 7 a 9, el proceso de fabricación consiste en usar la segunda lámina termoplástica funcional 9 para formar y reemplazar la lámina de vacío 5 como puede verse en la figura 8. La segunda lámina termoplástica funcional 9 hace posible sellar el molde abierto 3. Las funciones de la lámina de vacío 5 se reemplazan a continuación por esta segunda lámina termoplástica funcional 9.

30 Además, la pieza de material compuesto 1 se proporciona con una capa de acabado funcional 8 en cada una de sus superficies, como se muestra en la figura 9.

Las otras etapas del proceso de fabricación se mantienen sin cambios y no se describen de nuevo.

35 De acuerdo con un ejemplo de implementación adicional conforme a la invención no mostrado en las figuras, el proceso de fabricación consiste en usar una estructura de refuerzo preimpregnada 2 o un Prepreg, evitando de este modo implementar la etapa de inyectar la matriz de impregnación. Sin embargo, las otras etapas se mantienen sin cambios.

40 Como era de esperar, la presente invención está sujeta a diversas variaciones en cuanto a su implementación. Aunque se han descrito diversos modos de ejecución y aplicación, es evidente que identificar todos los modos posibles de manera exhaustiva es inconcebible. Por supuesto, es posible sustituir cualquier característica o etapa descrita anteriormente con una característica o etapa equivalente y todavía permanecer dentro del alcance de la presente invención, tal como se representa por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de fabricación de una pieza de material compuesto (1) que tiene una estructura de refuerzo (2) que comprende al menos una capa de refuerzo basada en un refuerzo de fibra, tejido o textil o en un refuerzo preimpregnado y/o un material preimpregnado, en el que la estructura de refuerzo (2) está provista de una capa de acabado funcional que comprende una lámina termoplástica expansible, soldable, resistente a impactos, resistente al fuego, conductora eléctrica, que puede transferir calor, que puede pintarse y/o desprenderse (4), estando dicha capa de acabado funcional (8) formada integralmente en al menos una de las superficies de dicha estructura de refuerzo (2), comprendiendo el proceso las siguientes etapas:
- (b1) usar un molde (3) cuya forma se corresponde con la futura pieza de material compuesto (1),
  - (b2) disponer la estructura de refuerzo (2) dentro del molde (3) y cubrir la estructura de refuerzo (2) con la lámina termoplástica expansible, soldable, resistente a impactos, resistente al fuego, conductora eléctrica, que puede transferir calor, que puede pintarse y/o desprenderse (4); estando el proceso **caracterizado por que** comprende además las siguientes etapas;
  - (b3) sellar el molde (3) mediante la lámina termoplástica expansible, soldable, resistente a impactos, resistente al fuego, conductora eléctrica, que puede transferir calor, que puede pintarse y/o desprenderse (4),
  - (b4) calentar la estructura de refuerzo (2) hasta alcanzar la temperatura de inyección/infusión de al menos una matriz de impregnación, de tal manera que la pieza de material compuesto (1) comprende la lámina termoplástica (4);
  - (b5) inyectar o infundir, si se usa un refuerzo no impregnado o un material no preimpregnado, la al menos una matriz de impregnación en el molde (3) con el fin de impregnar la estructura de refuerzo (2), y de tal manera que la pieza de material compuesto (1) comprenda la lámina termoplástica (4);
  - (b6) solidificar, a continuación, la pieza de material compuesto resultante (1) sometiénola a la temperatura de solidificación final durante un tiempo determinado,
  - y (b7) extraer la pieza de material compuesto (1) provista de la capa de acabado funcional (8) del molde (3).
2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se coloca una segunda lámina termoplástica funcional (9) en el molde (3) antes de disponer la estructura de refuerzo (2).
3. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura de reblandecimiento de la lámina termoplástica funcional (4, 9) se encuentra en el intervalo de -50 °C y 250 °C, preferentemente en el intervalo de 80 °C - 250 °C y lo más preferentemente en el intervalo de 120 °C - 250 °C.
4. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una lámina termoplástica funcional (4, 9) comprende algunos materiales constituyentes de los que se seleccionan de entre materiales tales como poliimididas, poliamidas o materiales que pueden disolverse en caprolactama, polisulfonas, sulfuros de poliéter o polieterimididas.
5. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una lámina termoplástica funcional (4, 9) tiene un espesor comprendido entre 0,02 mm y 1 mm; y preferentemente entre 0,02 mm y 0,4 mm y lo más preferentemente entre 0,02 mm y 0,05 mm.
6. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lámina termoplástica funcional (4, 9) se conforma en la forma de la futura pieza de material compuesto (1).
7. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los materiales que componen la lámina termoplástica funcional (4, 9) comprenden al menos un material que se expande bajo el efecto del calor.
8. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los materiales que componen la lámina termoplástica funcional (4, 9) comprenden al menos un material eléctricamente conductor y/o al menos un material no inflamable o retardante de llama.
9. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura de solidificación de una temperatura de solidificación de la matriz de impregnación está comprendida entre 120 °C y 400 °C y preferentemente entre 120 °C y 330 °C.
10. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de impregnación es una resina termoendurecible elegida entre una familia de productos que comprenden epoxi, ésteres de cianato o poliimididas y/o la matriz de impregnación es un sistema de resina termoplástica elegido a partir de la familia de productos que comprenden poliamidas (aniónico de poliamida-6, PA11), poliésteres (PBT cíclico), polímeros de cristal líquido, policetonas o polisulfonas.

11. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** consiste en someter la estructura de refuerzo impregnada (2) a un vacío o a una presión mayor que la presión atmosférica durante la etapa de solidificación final.
- 5
12. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lámina termoplástica expansible, soldable, resistente a impactos, resistente al fuego, conductora eléctrica, que puede transferir calor, que puede pintarse y/o desprenderse (4, 9) comprende al menos dos capas de material termoplástico y/o de material termoplástico co-extruido, comprendiendo dichas al menos dos capas al menos una capa superior en contacto con el refuerzo, y comprendiendo al menos un material de epoxi, PSU, PPSU, PES, SRP, poliimididas, poliamidas, poli(eterimida) PEI, fenoxi, copolímeros y/o materiales que pueden disolverse en al menos uno de entre: caprolactama (policaprolactama o poliamida), caprolactama épsilon, componentes epoxi, bismaleimididas y componentes de los mismos, ésteres de cianato, poliésteres, ésteres de vinilo, benzoxazinas, polisulfonas, sulfuros de poliéter o sistemas de resinas basados en poliimida y componentes de los mismos, y al menos una capa inferior en contacto con el molde y que comprende al menos PEEK, PPS PEKK, polímeros autorreforzados o una combinación de los mismos.
- 10
- 15
13. Proceso de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el al menos una trayectoria eléctricamente conductora está integrada en al menos una capa superior de la lámina termoplástica (4, 9), de tal manera que se apoya sustancialmente en la estructura de refuerzo (2).
- 20
14. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la lámina termoplástica (4, 9) comprende al menos un director de energía para una soldadura por ultrasonidos, inducción, resistencia y/o por microondas.
- 25
15. Proceso de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el al menos un director de energía está integrado en al menos una capa superior o en al menos una capa inferior de la lámina termoplástica (4, 9).

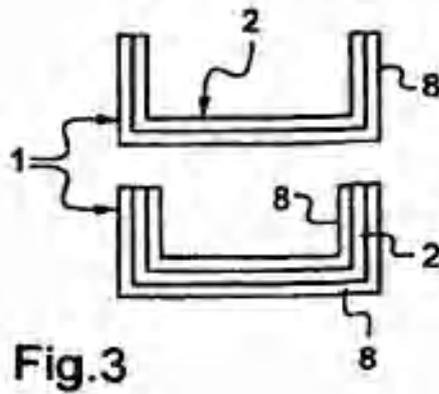
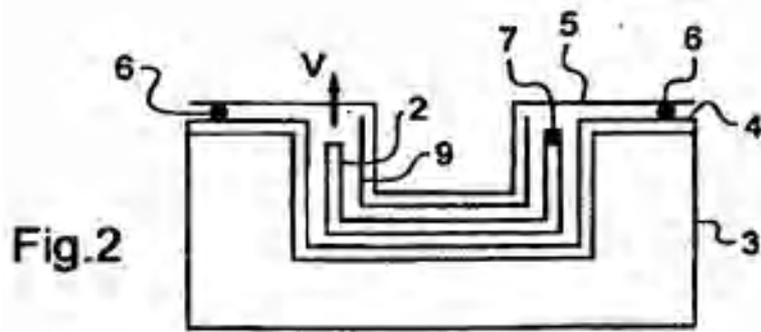
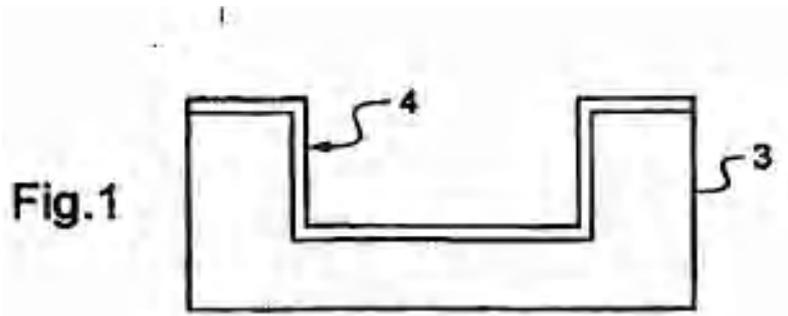


Fig.4

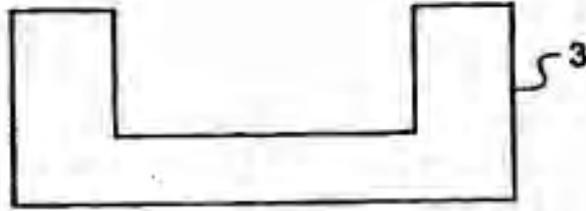


Fig.5

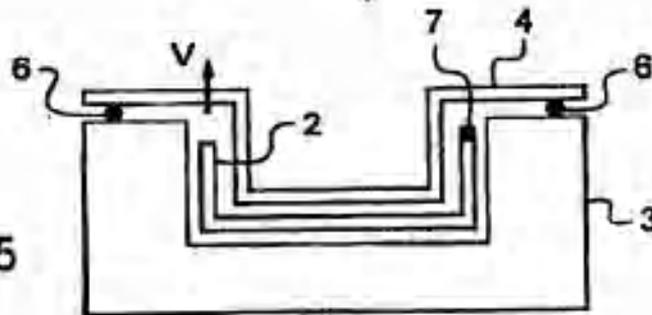


Fig.6

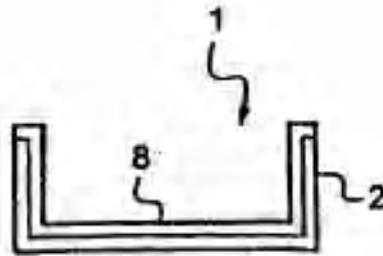


Fig.7

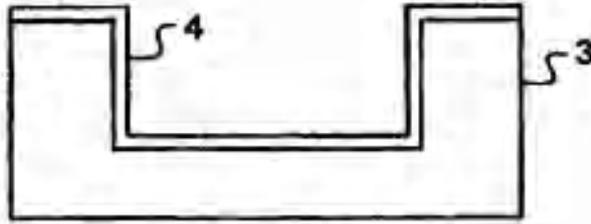


Fig.8

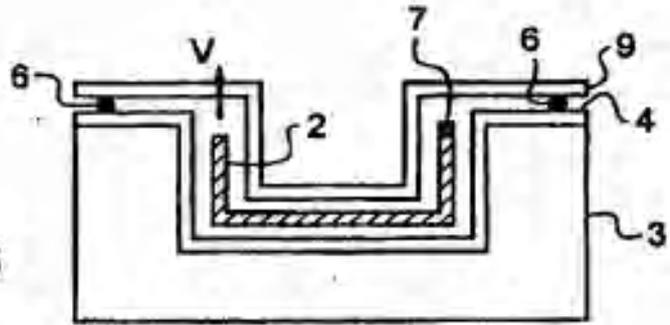


Fig.9

