

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 270**

51 Int. Cl.:

B29C 70/30 (2006.01)

G01N 29/30 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 25/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2019 PCT/AT2019/060292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2020 WO20051609**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2019 E 19772971 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2022 EP 3850354**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un cuerpo de comparación de material compuesto de plástico reforzado con fibra y procedimiento de ensayo**

30 Prioridad:

10.09.2018 AT 507652018

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

03.02.2023

73 Titular/es:

**FACC AG (100.0%)
Fischerstrasse 9
4910 Ried im Innkreis, AT**

72 Inventor/es:

**HÖLLER, HELMUTH;
SPINDLER, ANNA CARINA y
KROISSMAYR, STEFAN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 933 270 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 para la fabricación de un cuerpo de comparación de material compuesto de plástico reforzado con fibra y procedimiento de ensayo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un cuerpo de comparación de material compuesto de plástico reforzado con fibra (FRP) para imitar una porosidad de capa para el ensayo no destructivo de componentes de FRP, en particular de componentes de avión.

10 Además, la invención se refiere a un procedimiento para el ensayo no destructivo de un componente de FRP, en particular de un componente de avión.

15 En la fabricación de componentes de plástico reforzado con fibra (FRP) críticos para la seguridad, como por ejemplo componentes de avión, la comprobación y detección posterior de defectos de componente es de especial importancia. Para este fin, habitualmente se emplean procedimientos de ensayo no destructivo (en inglés, "non destructive testing", abreviado por NDT (END)) con el fin de poder detectar por un lado inmediatamente los componentes defectuosos y de no dañar por otro lado los componentes sin defectos por el propio procedimiento de ensayo. Para poder sacar conclusiones sobre posibles fuentes de defectos en la producción, los defectos de componente detectados se asignan a un tipo de defecto o una clase de defecto. Para fines de comparación y calibración, se fabrican para ello cuerpos de comparación con defectos de componente artificiales incorporados de manera selectiva y se miden con la ayuda de un procedimiento de END. Para garantizar la asignación exacta de un defecto de componente a una clase de defecto, los defectos de componente artificiales de los cuerpos de referencia que sirven de referencia deben imitar los defectos de producción de las muestras de ensayo con la mayor precisión posible.

25 Sin embargo, la mayoría de los defectos de componente son difíciles de imitar, y hasta ahora, dependiendo del tipo de defecto, los defectos de componente artificiales se desvían en mayor o menor medida de los defectos de las muestras de ensayo en cuanto a su naturaleza. Hasta ahora, no ha sido posible imitar satisfactoriamente, en particular, la llamada porosidad de capa. La porosidad de capa se refiere a una acumulación concentrada de inclusiones microscópicas y macroscópicas de gas o aire en la matriz o el agente de unión del material de FRP entre dos capas de FRP de un componente. Por lo tanto, la porosidad de capa debe diferenciarse de la delaminación, es decir, una separación bidimensional de dos capas de FRP, y de la porosidad de volumen, es decir, una distribución de inclusiones de gas (poros) micro y macroscópicas en la matriz del laminado de FRP sustancialmente en toda la sección transversal del laminado de FRP. Dado que la porosidad de capa conduce a una separación parcial de las capas de FRP y, por lo tanto, puede tener graves consecuencias, especialmente en componentes de avión, la detección de la porosidad de capa y, por lo tanto, la generación de cuerpos de referencia con la simulación más realista posible de la porosidad de capa es de gran importancia.

40 Del estado de la técnica se conocen diferentes procedimientos para imitar defectos de componente. En el documento EP3193164A1 por ejemplo, se describe un procedimiento en el que los defectos de componente pueden incorporarse en las piezas de FRP con la ayuda de un cuerpo de expansión. Para ello, el cuerpo de expansión se coloca entre varias capas de material de FRP, se añade resina y, a continuación, se calienta. Debido al alto coeficiente de expansión del cuerpo de expansión, este se contrae más durante el enfriamiento que el material de FRP circundante, creando de esta manera un gran espacio hueco permanente. El cuerpo de expansión permanece a continuación en el componente como cuerpo extraño.

45 En el documento CN104407060, la porosidad del material se simula con la ayuda de bolitas de vidrio que se introducen en el material durante el proceso de producción. Sin embargo, también permanecen en el material.

50 Además, del documento US2014/0346405A1 se conoce un procedimiento para generar porosidad en materiales compuestos. Para ello, los materiales compuestos se someten a diferentes procedimientos de curado con el fin de crear diferentes grados de porosidad a través del escape de gases.

55 Además, del documento EP1750123A2 se conoce un procedimiento para imitar defectos de componente en materiales compuestos. En este, en capas se cortan agujeros, las capas individuales se curan parcialmente y, solo después, se unen entre sí.

Del documento US2007/0095141A1 se conoce además un procedimiento de medición para materiales compuestos en el que los defectos de componente se introducen con la ayuda de un láser.

60 Resulta desventajoso que en los cuerpos de referencia conocidos del estado de la técnica se producen frecuentemente detecciones erróneas, ya que con los procedimientos de ensayo conocidos, a causa de los cuerpos extraños que permanecen en el cuerpo de comparación se falsea el resultado de la medición y tampoco se puede determinar si se detecta el defecto de componente simulado o el cuerpo extraño. Por otro lado, con los procedimientos que permiten la creación de defectos de componente sin que queden cuerpos extraños en el cuerpo de comparación, no es posible la incorporación selectiva de defectos de componente en los puntos previstos en los cuerpos de referencia, lo que dificulta considerablemente su detección. Sin embargo, todos estos procedimientos conocidos tienen en común que

no pueden imitar, o no de manera insatisfactoria, una porosidad de capa, es decir, una separación parcial de capas de FRP individuales de un componente de FRP.

5 La invención tiene por tanto el objetivo de atenuar o eliminar al menos algunas desventajas del estado de la técnica. Por lo tanto, la invención tiene, en particular, el objetivo de proporcionar un procedimiento con el que se haga posible la imitación realista de una porosidad de capa en puntos definidos de un cuerpo de comparación de FRP.

El objetivo propuesto se consigue mediante un procedimiento con al menos los siguientes pasos:

- 10 i. La fabricación de una primera parte para el cuerpo de comparación de FRP mediante
- a. la disposición de una primera capa de FRP con una escotadura;
 - b. la disposición de al menos una segunda capa de FRP sobre la primera capa de FRP;
 - 15 c. el curado previo de la disposición formada por la primera y la segunda capa de FRP para obtener la primera parte para el cuerpo de comparación de FRP, siendo rellenada la escotadura con un espaciador antes del curado previo de la disposición formada por la primera y la segunda capa de FRP, siendo retirado el espaciador de la escotadura antes del curado de una disposición formada por la primera parte y una segunda parte;
- 20 ii. la fabricación de la segunda parte para el cuerpo de comparación de FRP mediante
- a. la disposición de al menos una capa de FRP adicional;
 - b. el curado previo de la disposición de al menos una capa de FRP adicional para obtener la segunda parte para el cuerpo de comparación de FRP;
- 25 iii. la unión de la primera parte a la segunda parte, siendo orientada la escotadura en la primera parte hacia la segunda parte; y
- iv. el curado de la disposición formada por la primera parte y la segunda parte, formándose en la escotadura de la primera capa de FRP una porosidad de capa.
- 30

En el procedimiento según la invención, la secuencia de los pasos individuales puede intercambiarse. Por lo tanto, la segunda parte para el cuerpo de comparación de FRP puede fabricarse antes de la primera parte para el cuerpo de comparación de FRP.

35 De manera ventajosa, el procedimiento según la invención permite la incorporación selectiva de una porosidad de capa (artificial) en un cuerpo de comparación de FRP que se compone de material de FRP y, por tanto, imita de manera realista las porosidades de capa en los componentes de FRP que han de ser ensayados, en particular para la industria aeronáutica. Mediante el procedimiento según la invención, la porosidad de capa puede generarse sin introducir un cuerpo extraño y también sin que se produzca una inclusión de gas de gran volumen. Para fines de

40 calibración, el cuerpo de comparación de FRP puede someterse a continuación a un procedimiento de medición END, por ejemplo un procedimiento termográfico. A causa de la naturaleza realista de la porosidad de capa imitada, los resultados de las mediciones obtenidas de la muestra de referencia son especialmente adecuados como valores de comparación o de referencia para el ensayo END de componentes de FRP. Dado que al crear el cuerpo de comparación se puede prescindir de la introducción de cuerpos extraños, es decir, de piezas que no se componen del

45 material de FRP y que habitualmente no están presentes en el componente que ha de ser comparado, se pueden registrar curvas de medición del cuerpo de comparación de FRP que se corresponden con gran exactitud con las de los componentes que tienen una porosidad de capa "natural", es decir, originada durante la producción en serie. Una porosidad de capa "natural" es, como se ha mencionado anteriormente, una acumulación concentrada de inclusiones microscópicas y macroscópicas de gas o aire en la matriz o en el agente de unión del material de FRP entre dos capas

50 de FRP, lo que conduce a una separación parcial de las capas de FRP. Las capas de FRP individuales se forman en el cuerpo de comparación de FRP, preferiblemente igual que en los componentes de FRP que han de ser ensayados, mediante fibras sueltas o unidas formando tejidos e impregnadas con resina u otro agente de unión. El agente de unión sirve para unir las fibras dentro de una capa de FRP y para unir las capas de FRP. Como material de FRP para todas las capas de FRP pueden estar previstos, entre otros, CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono), GRP (plástico reforzado con fibra de vidrio) o fibras de aramida, en particular materiales de GRP, aramida o CFRP transformados en preimpregnados. Las capas de FRP individuales en la primera o segunda parte pueden estar unidas

55 por un agente de unión, preferiblemente contenido en las capas de FRP.

60 En el procedimiento según la invención, la porosidad de capa se imita uniendo la primera parte a la segunda parte respectivamente en el estado precurado con la ayuda de un agente de unión que también está presente en los materiales de FRP, como la resina, otro material de matriz o una capa de FRP no curada, y el curado final de la estructura de capas resultante. En este caso, las secciones de la segunda parte que están orientadas hacia la primera parte y que no están opuestas a la escotadura están sustancialmente unidas de forma completa y por toda su superficie a las secciones correspondientes de la primera parte, mientras que las secciones de la segunda parte que están opuestas a la escotadura están solo parcialmente y, por tanto no completamente, unidas a la primera parte. Por ello,

65 la porosidad de capa queda limitada a la zona de la escotadura. Preferiblemente, se crean varias escotaduras y, por

5 tanto, varias porosidades de capa de la manera descrita anteriormente, para obtener de esta manera, por ejemplo, una variación en el grado de adhesión o separación para fines de comparación. La porosidad de capa se origina por la escasez de presión en la zona de la escotadura al juntar las piezas. Preferiblemente, la primera parte precurada y la segunda parte precurada están dispuestas horizontalmente, siendo colocada la primera parte sobre la segunda parte y previéndose un agente de unión. Según una forma de realización preferible, al presionar la primera parte contra la segunda parte antes y/o durante el curado con un procedimiento de curado adecuado para el material de FRP utilizado, se produce una unión positiva en aquellos puntos en los que no hay ninguna escotadura, mientras que en la escotadura, el agente de unión solo se adhiere parcialmente a la primera o a la segunda parte. Lo esencial es que las dos piezas se precuren antes de la unión, es decir, que las dos partes se curen hasta tal punto que conserven sustancialmente su forma por sí mismas para los pasos posteriores del procedimiento y, por tanto, sean dimensionalmente estables. Para el curado previo, se pueden utilizar los primeros pasos de un procedimiento de curado adecuado para el material de FRP utilizado, es decir, el procedimiento de curado se termina tan pronto como las partes se hayan curado hasta tal punto que sustancialmente conservan su forma por sí mismas durante los pasos de procedimiento siguientes. Mediante el curado previo de la primera parte, el aire acumulado dentro de la escotadura queda encerrado al unirla a la segunda parte, por lo que resulta una inclusión de aire. Esta inclusión de aire se mantiene también en caso de crear un vacío en la disposición formada por la primera y la segunda parte al unir las mismas, ya que el aire no puede escapar a través de la primera parte precurada y la segunda parte. Una vez que la primera parte se ha unido a la segunda, la disposición de la primera y la segunda parte se cura. El curado significa en este contexto que la primera y la segunda parte y el agente de unión son curados completamente mediante un procedimiento de curado adecuado para el material de FRP utilizado. Una porosidad de capa generada por el procedimiento según la invención puede, al igual que su contraparte natural, estar limitada localmente o ser generada en varios puntos del cuerpo de comparación de FRP. En el caso de la porosidad de capa en varios puntos dentro de una capa de FRP, se deben crear correspondientemente varias escotaduras en la primera parte. En el caso de porosidades de capa en diferentes capas de FRP, se deben formar correspondientemente varias primeras o segundas partes, pudiendo una primera parte formar una segunda parte que a su vez está asignada a otra primera parte. Preferiblemente, una porosidad de capa está dispuesta completamente dentro de un componente de FRP o cuerpo de comparación de FRP y, por lo tanto, está circundada de material de FRP por todos los lados. Para obtener la magnitud de defecto deseada de la porosidad de capa mediante el procedimiento según la invención, está previsto preferiblemente que la escotadura presenta una anchura y/o longitud mayor que la longitud o anchura prevista de la porosidad de capa en el estado curado (final) del cuerpo de comparación de FRP. La mayor anchura y/o longitud dependen del agente de unión y de su viscosidad y se sitúan en particular en el intervalo entre 0,1 mm y 10 mm.

35 Para facilitar la unión de la primera parte a la segunda parte y crear una porosidad de capa particularmente realista, resulta ventajoso si, para unir la primera parte a la segunda parte, una capa intermedia de FRP se dispone en el estado no curado entre la primera parte y la segunda parte. Una capa de FRP no curada, como una capa intermedia de FRP impregnada, aún no está precurada o curada y, por lo tanto, todavía se puede cambiar su forma. La capa intermedia no curada contiene medios de unión y, por tanto, hace posible la unión de la primera parte a la segunda. Para la unión, la segunda parte precurada se pone preferiblemente en posición horizontal, la capa de FRP no curada se une primero a la segunda parte precurada y, a continuación, la primera parte precurada se une a la capa de FRP no curada de forma que la escotadura quede orientada hacia la capa de FRP no curada. La capa intermedia de FRP no curada proporciona el agente de unión. También es posible poner primero la primera parte precurada en posición horizontal, unir la capa de FRP no curada a la primera parte precurada y, a continuación, unir la segunda parte precurada a la capa de FRP no curada de manera que la escotadura quede orientada hacia la capa de FRP no curada.

45 Unas condiciones particularmente ventajosas resultan si la escotadura en la primera parte se forma recortando la primera capa de FRP. Esto permite simplificar considerablemente la fabricación de la primera parte y permite recortar de la primera capa de FRP de la primera parte fácilmente diferentes formas de escotadura según la forma de defecto o el contorno de defecto deseados.

50 A fin de crear una cavidad definida exactamente que esté delimitada por la escotadura y por la al menos una segunda capa de FRP superpuesta, resulta ventajoso que la escotadura se rellene con un espaciador antes del curado previo de la disposición formada por la primera y la segunda capa de FRP, siendo retirado el espaciador de la escotadura o cavidad antes del curado de la disposición formada por la primera y la segunda parte. De esta manera, se puede evitar que, especialmente en el estado no curado, la al menos una segunda capa de FRP entre en el hueco por su peso propio y que por tanto influya negativamente en la forma de la cavidad y en la imitación de la porosidad de capa. De manera ventajosa, el espaciador presenta para ello sustancialmente la misma forma o contorno que la escotadura. Preferiblemente, el espaciador tiene además una altura que es menor que el espesor de la primera capa de FRP.

60 La escotadura tiene preferiblemente una longitud de 4 mm a 25 mm, en particular de 6 mm a 20 mm, por ejemplo sustancialmente 10 mm, una anchura de 4 mm a 25 mm, en particular de 6 mm a 20 mm, por ejemplo sustancialmente 10 mm, y una altura de 0,01 mm a 2 mm, en particular de 0,05 mm a 1 mm. Preferiblemente, está previsto que el espaciador y la escotadura tengan una anchura y/o longitud mayor que la longitud o anchura prevista de la porosidad de capa en el estado curado del cuerpo de comparación de FRP. La mayor anchura y/o longitud depende del agente de unión y de su viscosidad y se sitúa en particular en el intervalo entre 0,1 mm y 10 mm.

65 En una primera forma de realización preferible, como espaciador está prevista una plaquita de inserción, en particular

de metal. Esta plaquita de inserción es fácil de fabricar con bajos costes de fabricación y puede reutilizarse en caso de necesidad.

5 En una segunda forma de realización preferible, como espaciador está previsto un saliente en un soporte de molde, Un soporte de molde es un soporte sobre el que se pueden colocar capas de FRP no curadas, definiendo el soporte de molde la forma posterior de las capas de FRP precuradas o curadas, por ejemplo mediante una curvatura o una superficie plana. Mediante el saliente en el soporte del molde se puede definir de manera ventajosa una posición teórica u orientación de la primera capa de FRP.

10 Para facilitar la separación del espaciador de la capa de FRP precurada, resulta ventajoso si el espaciador se provee de un agente desmoldeador o una lámina desmoldeadora antes de la inserción en la escotadura. De esta manera, el espaciador puede ser removido sin dañar la primera parte. Evidentemente, también otras piezas, como por ejemplo los soportes de molde, pueden estar provistos de un agente desmoldeador de este tipo para poder soltar fácilmente todos los componentes de FRP.

15 El cuerpo de comparación de FRP descrito anteriormente puede usarse para el ensayo END de componentes de FRP.

20 El procedimiento para el ensayo no destructivo de un componente de FRP, en particular de un componente de avión, comprende al menos los siguientes pasos:

- la fabricación de un cuerpo de comparación de material compuesto de plástico reforzado con fibra (FRP) en un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6 ;
- el ensayo del componente de FRP por medio de un procedimiento de ensayo no destructivo, por ejemplo un procedimiento termográfico; y
- 25 - la comparación de resultados de ensayo del procedimiento de ensayo no destructivo para el componente de FRP con valores de comparación del cuerpo de comparación de FRP.

La invención se sigue explicando a continuación con la ayuda de formas de realización preferibles.

30 La figura 1 muestra una vista de una primera capa de FRP de una primera parte con una escotadura para un cuerpo de comparación de FRP para la simulación de una porosidad de capa.

35 La figura 2 muestra una vista de despiece ordenado de una primera parte con una primera capa de FRP y dos segundas capas de FRP.

La figura 3 muestra una vista de despiece ordenado de una segunda parte.

La figura 4 muestra la junta de la primera y la segunda parte con la ayuda de una capa intermedia de FRP.

40 Las figuras 5a-5c muestran la junta de la primera y la segunda parte con la ayuda de una capa intermedia de FRP en una representación en sección transversal y la creación de la porosidad de capa.

45 La figura 6 muestra un diagrama de flujo del procedimiento según la invención para la fabricación de un cuerpo de comparación de FRP en una variante de realización preferible.

La figura 7 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de ensayo END con un cuerpo de comparación de FRP fabricado mediante el procedimiento según la invención según las reivindicaciones 1 a 7.

50 En las figuras están representados pasos individuales del procedimiento para la fabricación de un cuerpo de comparación de FRP 30, que puede emplearse en el ensayo END de componentes de FRP, como por ejemplo alas de avión o flaps de avión.

55 La figura 1 muestra una primera capa de FRP 1 (no curada) en la que con la ayuda de una cuchilla adecuada u otra herramienta de corte se ha cortado una escotadura 2. Preferiblemente, la primera capa de FRP 1 se compone de CFRP, GFRP, fibras de aramida, en particular de materiales de CFRP, de aramida o de GFRP transformados en preimpregnados, como es habitual sobre todo en los componentes de avión. Para evitar que las capas de FRP posteriormente superpuestas entren en la escotadura 2 debido a su propio peso, se inserta un espaciador 3 en la escotadura 2 en la dirección de la flecha. Para este fin, el espaciador 3 tiene preferiblemente la misma forma o contorno que la escotadura 2 y como máximo la misma altura o grosor que la primera capa de FRP 1. La primera capa de FRP 60 mostrada 1 y las posteriores capas de FRP superpuestas (no mostradas) se encuentran todavía en un estado no curado, es decir, moldeable, en este paso inicial del procedimiento y se disponen sobre un soporte de molde 4. El soporte del molde 4 da la forma posterior de las capas de FRP (pre)curadas, en este caso una superficie plana 5.

65 En la figura 2, se muestra una primera parte 6 en una representación de despiece ordenado. La primera parte comprende la primera capa de FRP 1 y al menos una segunda capa de FRP 7. En el estado ensamblado, las capas de FRP individuales de la primera parte están unidas entre sí con un agente de unión, preferiblemente contenido en

las capas de FRP. En el procedimiento según la invención, la al menos una segunda capa de FRP 7 se coloca en estado no curado sobre la primera capa de FRP 1, que también está en estado no curado, y la primera parte 6 así formada se precura a continuación mediante procedimientos correspondientes, conocidos por el experto, mientras que el espaciador 3 permanece en la escotadura 2. Este procedimiento de precurado puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante un procedimiento de curado en un autoclave usando una bolsa de vacío (no mostrada). Mediante el espaciador 3 insertado en la escotadura 2, tras disponer la al menos una segunda capa de FRP 7 sobre la al menos una primera capa de FRP 1, se impide que la segunda capa de FRP 7 no curada entre en la escotadura 2 o que se abombe entrando en la escotadura 2 debido a su peso propio. Para este fin, el espaciador 3 tiene sustancialmente la misma forma o contorno que la escotadura 2 y como máximo la altura o el grosor de la primera capa de FRP 1. Después del curado previo, el espaciador 3 vuelve a ser retirado, dejando de esta manera una cavidad 15 delimitada por la escotadura 2 y la al menos una segunda capa de FRP 7 superpuesta. Para facilitar la retirada del espaciador 3, este puede estar provisto de un agente desmoldeador (no mostrado). El propio soporte de molde 4 también puede estar provisto de dicho agente desmoldeador.

En la figura 3 se muestra una representación de despiece ordenado de una segunda parte 8. En el ejemplo de realización mostrado, esta comprende varias capas de FRP 9 adicionales que también se unen primero y a continuación se precuran mediante procedimientos apropiados conocidos por el experto. En el estado ensamblado, las capas de FRP individuales de la segunda parte están unidas entre sí con un agente de unión, preferiblemente contenido en las capas de FRP. En la representación mostrada, las capas de FRP 9 adicionales también están dispuestas sobre un soporte de molde 4 y adquieren de esta manera su forma posterior, en este caso una superficie plana 5.

En la figura 4 está representada la unión de la primera parte 6 precurada a la segunda parte 8 precurada. La segunda parte 8 se encuentra en posición horizontal sobre el soporte de molde 4. La primera parte 6 se dispone para la unión de tal forma que la escotadura 2 de la primera parte 6 esté orientada hacia la segunda parte 8, por lo que la primera parte 6 y la segunda parte 8 encierran un volumen. Como puede verse en la figura 4, para la unión de la primera parte 6 a la segunda parte 8, está dispuesta una capa intermedia de FRP 10 en estado no curado entre la primera parte 6 y la segunda parte 8.

Al unir la primera parte 6 a la segunda parte 8 (figuras 5 a 5c), las secciones 11 de la segunda parte 8 que están orientadas hacia la primera parte 6 y no están opuestas a la escotadura 2 se unen sustancialmente de forma completa y en toda su superficie a las correspondientes secciones 12 de la primera parte 6 a través de la capa intermedia de FRP 10, mientras que las secciones 13 de la segunda parte 8, que están opuestas a la escotadura 2 se unen a la primera parte 1 solo de forma parcial y, por lo tanto, no completamente a través de la capa intermedia de FRP 10. La segunda parte 8 es preferiblemente plana en su totalidad, es decir, exenta de escotaduras, depresiones ni protuberancias, al menos en la zona opuesta a la escotadura 2. Una vez que la primera parte 6 se ha unido a la segunda parte 8, el conjunto formado por la primera parte 6 y la segunda parte 8 se cura, formando una porosidad de capa (artificial) 14 en la escotadura 2 o en la cavidad 15. El curado y el curado previo se realizan mediante un procedimiento de curado adecuado para el material de FRP, en particular en un autoclave, preferiblemente a una presión de 2,5 a 8 y a una temperatura de 120°C a 180°C. La presión y la temperatura exactas dependen, sin embargo, del material utilizado.

Las figuras 5a a 5c muestran la formación de la porosidad de capa 14 en una representación en sección transversal de las capas de FRP. En 5a, la segunda parte 8 precurada, la capa intermedia de FRP 10 en estado no curado y la primera parte 6 precurada se pueden ver una encima de la otra, pero aún no en contacto. En la figura 5b, la segunda parte 8 precurada, la capa intermedia de FRP 10 en estado no curado y la primera parte 6 precurada ya se han puesto en contacto. Se puede observar que la capa intermedia de FRP 10 no toca la al menos una segunda capa de FRP 7. Solo las secciones 11 de la segunda parte 8 que están orientadas hacia la primera parte 6 y no están opuestas a la escotadura 2 están unidas sustancialmente de forma completa y por toda su superficie a las correspondientes secciones 12 de la primera parte 6 a través de la capa intermedia 10 de FRP. Sin embargo, las secciones 13 de la segunda parte 8, que están opuestas a la escotadura 2, no están unidas a la primera parte 6 a través de la capa intermedia de FRP 10. En la figura 5c se puede ver cómo al ser presionada la primera parte 6 contra la segunda parte, por ejemplo por la presión en el autoclave, se comprime la capa intermedia de FRP 10, lo que también en la cavidad 15 da lugar a una unión o adhesión parcial de la capa intermedia de FRP 10 a la primera parte 6 o a la al menos una segunda capa de FRP 7. Por el curado de la disposición formada por la primera parte 6 y la segunda parte 8, se forma la porosidad de capa 14 y resulta un cuerpo de comparación de FRP 30.

En la figura 6 está representado un diagrama de flujo del procedimiento según la invención para la fabricación de un cuerpo de comparación de FRP 30 en una forma de realización preferible, en la que como agente de unión se utiliza una capa intermedia de FRP 10 en estado no curado. En un primer paso 101, la primera capa de FRP 1 se coloca en estado no curado preferiblemente sobre un soporte de molde 4. A continuación, se corta la escotadura 2 en la primera capa de FRP 1 con una herramienta de corte, por ejemplo una cuchilla (paso 102). En el paso 103, se inserta un espaciador 3 en la escotadura 2 o, alternativamente, se coloca la capa de FRP 1 sobre un saliente del soporte de molde 4 de manera que el saliente engrane en la escotadura 2 rellenándola al menos parcialmente. A continuación, se coloca al menos una segunda capa de FRP 7 en estado no curado sobre la primera capa de FRP 1 (paso 104). Después, la disposición formada por la primera y la segunda capa de FRP se precura mediante un procedimiento

correspondiente, conocido por los expertos en la materia, para obtener la primera parte 6 para el cuerpo de comparación de FRP 30 (paso 105).

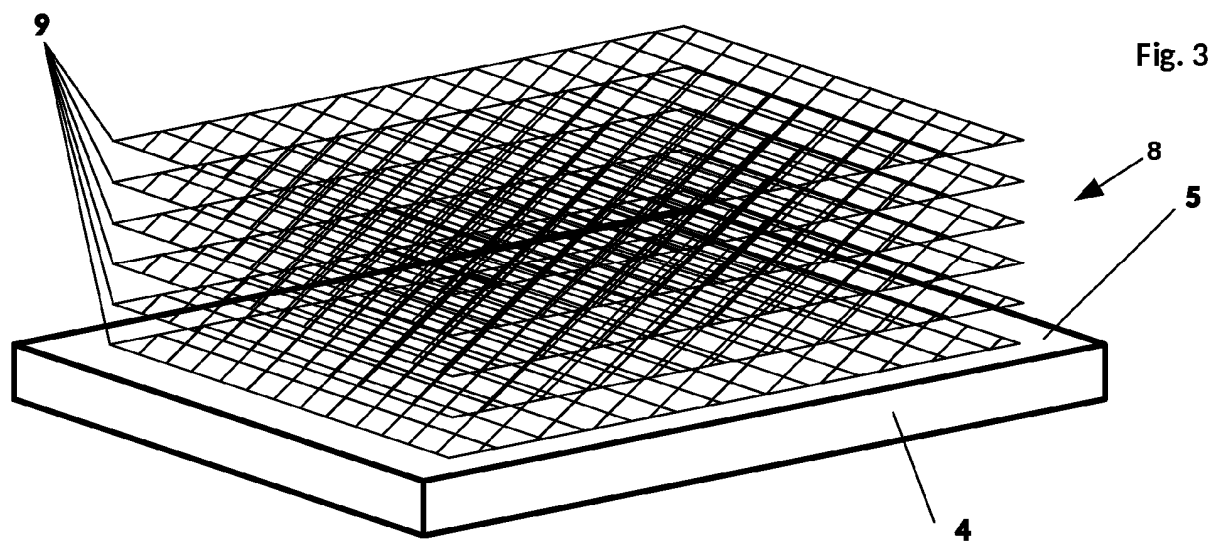
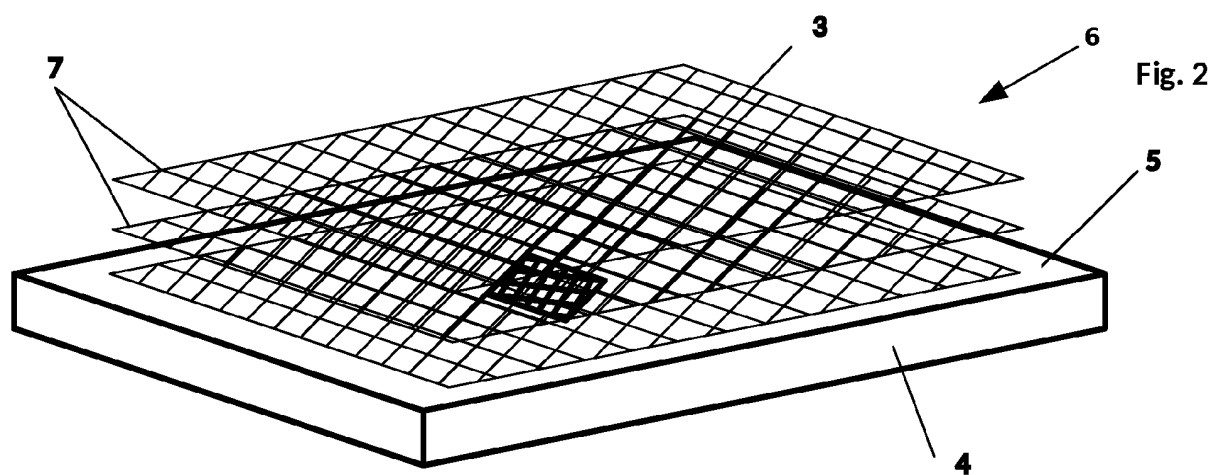
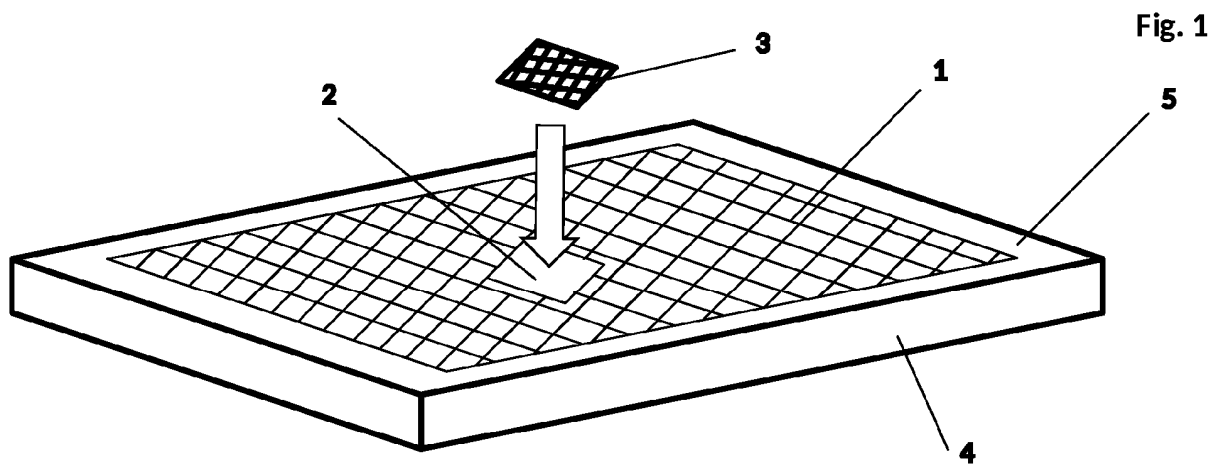
5 Para producir la segunda parte 8, se disponen en paralelo varias capas de FRP 9 adicionales en estado no curado sobre un soporte de molde 4 (paso 201) y se precuran con un procedimiento correspondiente conocido por el experto (paso 202).

10 En un paso 300, la primera parte 6 y la segunda parte 8 se juntan espacialmente para los siguientes pasos del procedimiento. Para ello, se coloca la segunda parte sobre el soporte de molde 4 (paso 301). A continuación, la capa intermedia de FRP 10 (u otro agente de unión) se coloca sobre la primera parte 6 (paso 302). Después, se retira el espaciador 3 de la primera parte 1 (paso 303). Este paso también puede tener lugar antes, pero solo después del curado previo de la primera parte 6. En el paso 304, la primera parte 6 se coloca sobre la capa intermedia de FRP 10 para su unión, de manera que la escotadura 2 de la primera parte 6 queda orientada hacia la segunda parte 8. En el
15 paso 305, la disposición formada por la primera parte 6 y la segunda parte 8 se cura junto con la capa intermedia 10 en un procedimiento adecuado para el material de FRP y, preferiblemente, se comprime durante ello. De esta manera, en la primera capa de FRP 1 se forma la porosidad de capa 14 en la escotadura 2 resultando el cuerpo de comparación de FRP 30.

20 La figura 7 muestra una secuencia de procedimiento de procedimiento preferible de un procedimiento de ensayo END con un cuerpo de comparación de FRP 30. En un paso 701, se fabrica un cuerpo de comparación de FRP 30 mediante la secuencia de procedimiento según la figura 6. En un paso 702, el cuerpo de comparación 30 se ensaya con un procedimiento de ensayo no destructivo, por ejemplo un procedimiento termográfico o un procedimiento ultrasónico, para detectar y medir la porosidad de capa creada artificialmente en el cuerpo de comparación de FRP 30. De esta
25 manera, pueden definirse valores de comparación. En un paso 703, un componente de FRP hecho de material de FRP, en particular un componente de avión, se ensaya con el mismo procedimiento de ensayo no destructivo para obtener resultados de ensayo. En un paso 704, los resultados de ensayo del paso 703 se comparan con los valores de comparación del paso 702 para poder evaluar el componente de FRP con respecto a posibles defectos de componente, en particular una porosidad de capa. Para este fin, preferiblemente se comparan entre sí amplitudes de señal u otros tipos de señal generados mediante el procedimiento de ensayo no destructivo. Si se supera un valor
30 límite definido, que puede derivarse de los valores de comparación, puede detectarse un componente de FRP defectuoso.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un cuerpo de comparación de material compuesto de plástico reforzado con fibra (FRP) (30) para imitar una porosidad de capa (14) para el ensayo no destructivo de componentes de FRP, en particular de componentes de avión, con los pasos:
- 10 i. La fabricación de una primera parte (6) para el cuerpo de comparación de FRP (30) mediante
- 15 a. la disposición de una primera capa de FRP (1) con una escotadura (2);
b. la disposición de al menos una segunda capa de FRP (7) sobre la primera capa de FRP (1);
c. el curado previo de la disposición formada por la primera (1) y la segunda capa de FRP (7) para obtener la primera parte (6) para el cuerpo de comparación de FRP (30), siendo rellenada la escotadura (2) con un espaciador (3) antes del curado previo de la disposición formada por la primera (1) y la segunda capa de FRP (7), siendo retirado el espaciador (3) de la escotadura (2) antes del curado de una disposición formada por la primera parte (6) y una segunda parte (8);
- 20 ii. la fabricación de la segunda parte (8) para el cuerpo de comparación de FRP (30) mediante
- 25 a. la disposición de al menos una capa de FRP (9) adicional;
b. el curado previo de la disposición de al menos una capa de FRP (9) adicional para obtener la segunda parte (8) para el cuerpo de comparación de FRP (30);
- iii. la unión de la primera parte (6) a la segunda parte (8), siendo orientada la escotadura (2) en la primera parte (6) hacia la segunda parte (8); y
- iv. el curado de la disposición formada por la primera parte (6) y la segunda parte (8), formándose en la escotadura (2) de la primera capa de FRP (1) una porosidad de capa (14).
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** para unir la primera parte (6) a la segunda parte (8), una capa intermedia de FRP (10) se dispone en el estado no curado entre la primera parte (6) y la segunda parte (8).
- 35 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** la escotadura (2) en la primera parte (6) se forma recortando la primera capa de FRP (1).
- 40 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** como espaciador (3) está prevista una plaquita de inserción, en particular de metal.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** como espaciador (3) está previsto un saliente en un soporte de molde (4).
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el espaciador (3) se provee de un agente desmoldeador o una lámina desmoldeadora antes de su inserción en la escotadura.
- 45 7. Procedimiento para el ensayo no destructivo de un componente de FRP, en particular de un componente de avión, con los pasos:
- 50 - la fabricación de un cuerpo de comparación de material compuesto de plástico reforzado con fibra (FRP) (30) en un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6 ;
- el ensayo del componente de FRP por medio de un procedimiento de ensayo no destructivo, por ejemplo un procedimiento termográfico; y
- la comparación de resultados de ensayo del procedimiento de ensayo no destructivo para el componente de FRP con valores de comparación del cuerpo de comparación de FRP (30).



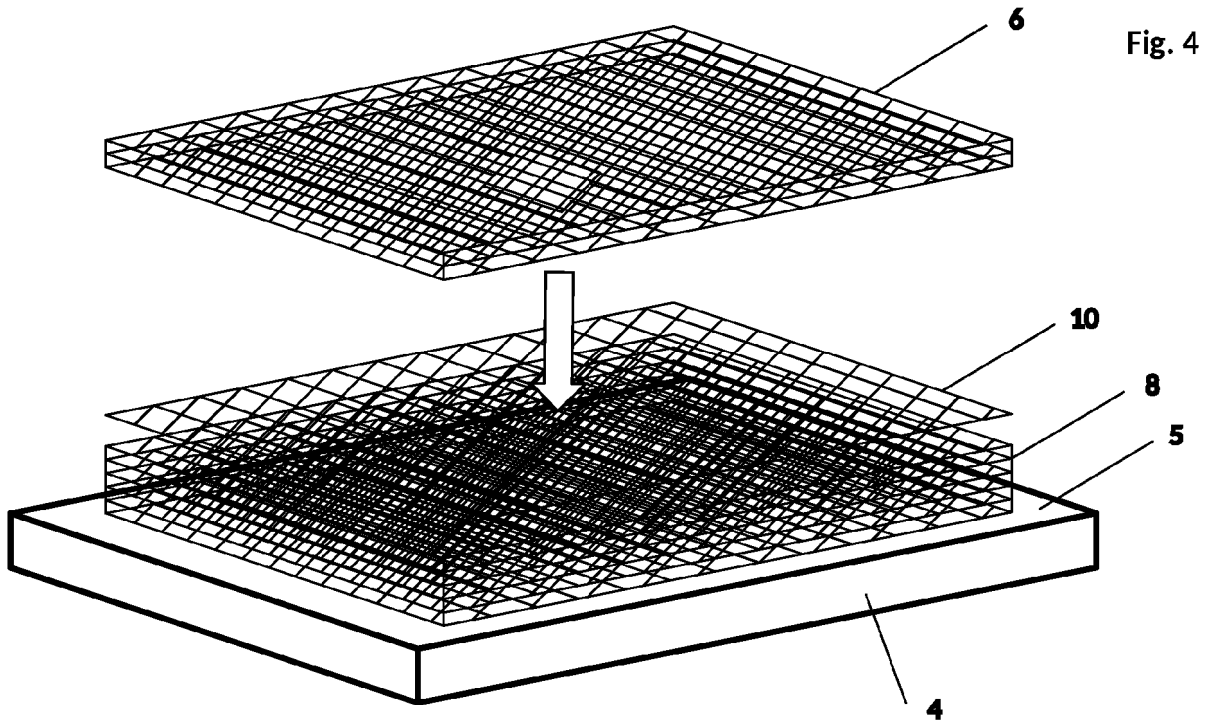


Fig. 4

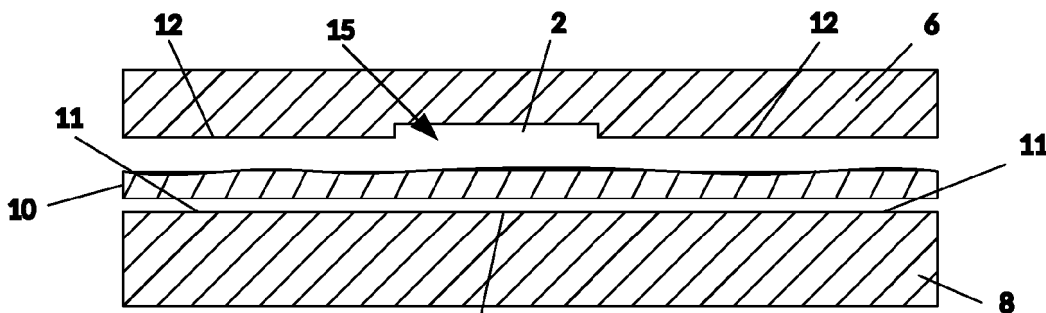


Fig. 5a

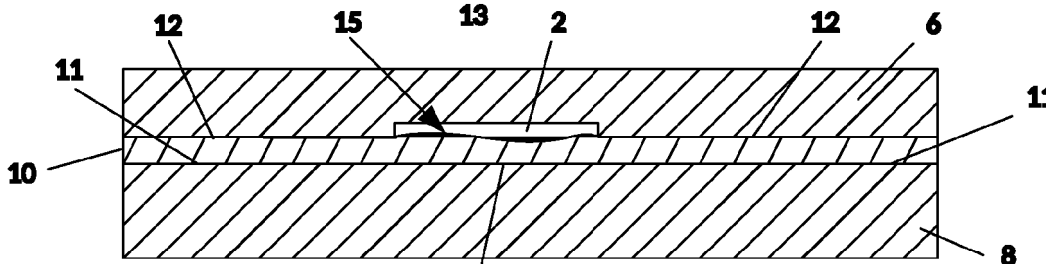


Fig. 5b

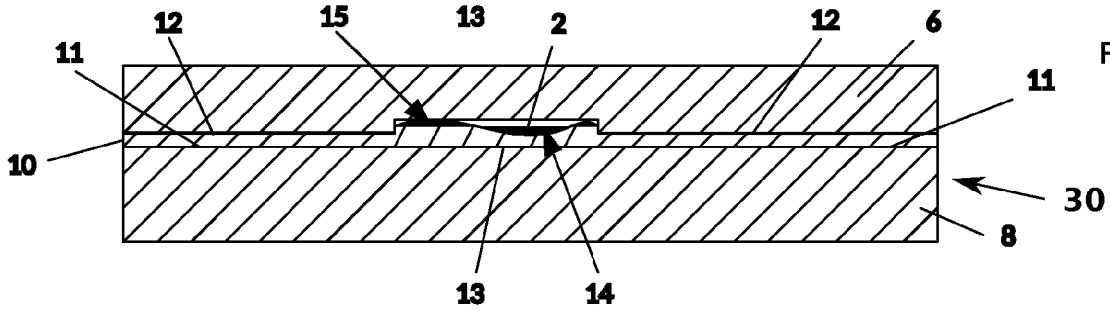


Fig. 5c

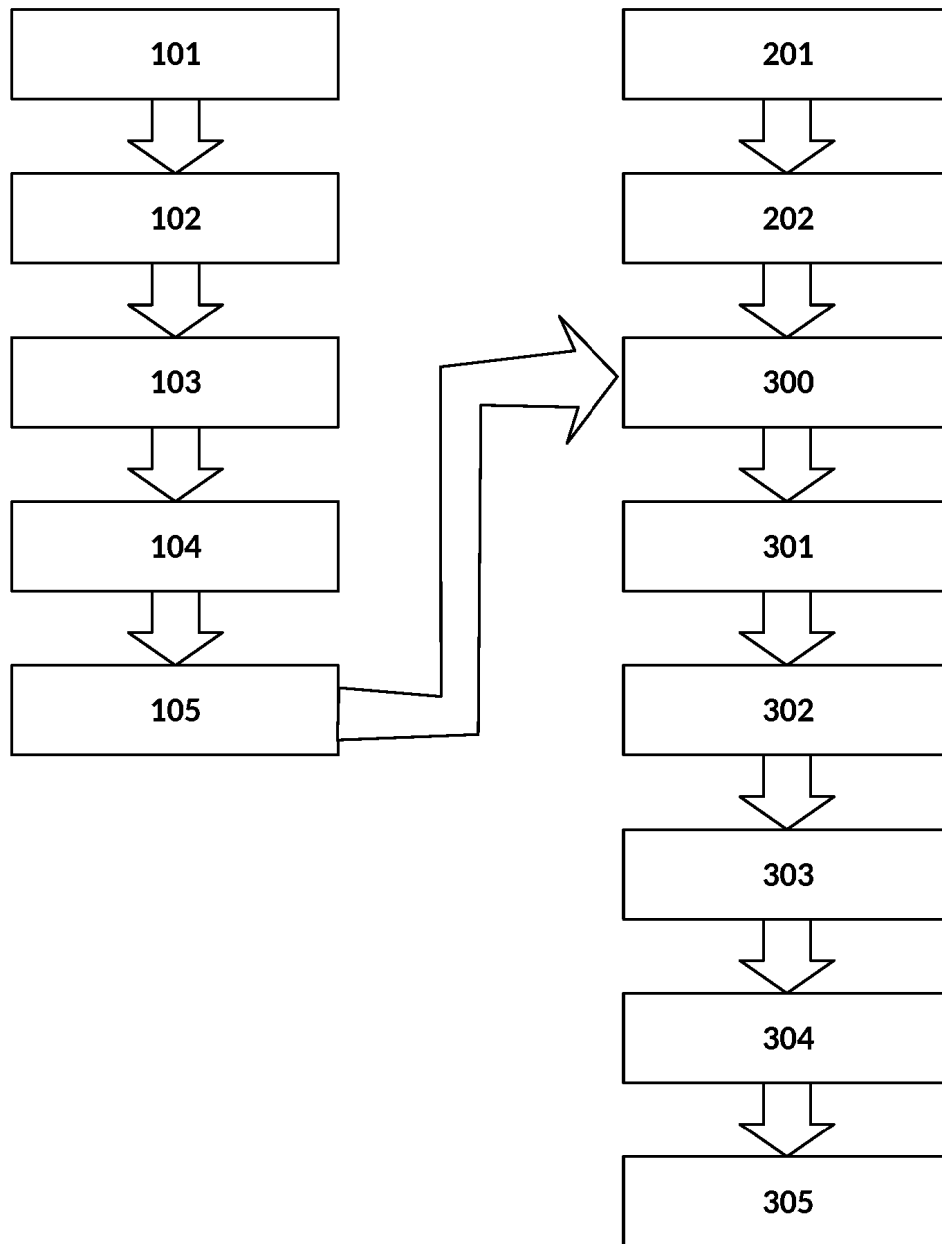


Fig. 6

Fig. 7

