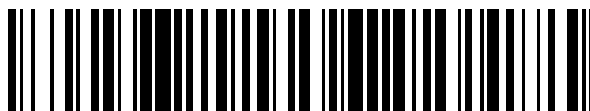


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 455 565**

51 Int. Cl.:

B29C 73/10 (2006.01)

B29C 73/26 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2010 E 10760583 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2464505**

54 Título: **Procedimiento de reparación de una pared constituida por varias capas**

30 Prioridad:

12.08.2009 FR 0903941

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

16.04.2014

73 Titular/es:

JEDO TECHNOLOGIES (33.3%)

Rue du Chêne Vert

31682 Labège, FR;

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER (33.3%) y

SOCIÉTÉ COMPOSITE EXPERTISE & SOLUTIONS (33.3%)

72 Inventor/es:

DELERIS, MICHEL y

CENAC, FRANÇOIS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 455 565 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de reparación de una pared constituida por varias capas.

Ambito técnico de la invención.

5 La invención se refiere a un procedimiento de reparación de una pared constituida por varias capas, particularmente una pared compuesta, y que presenta una zona dañada que afecta a varias capas.

Estado de la técnica

Estos últimos veinte años, la utilización de estructuras constituidas por varias capas, y en particular de estructuras compuestas, ha aumentado de forma significativa.

10 Tales estructuras tienen una relación de resistencia sobre peso elevada lo cual hace sus utilizaciones particularmente interesantes principalmente en los ámbitos donde el peso es lo que está en juego como la aeronáutica.

Esta generalización de la utilización de estructuras multicapa crea una necesidad creciente en el desarrollo de tecnologías relacionadas con este tipo de estructura particularmente técnicas de ensamblado o de reparación.

En lo que respecta a la reparación, existen varios procedimientos.

15 La reparación por «patch» (parche) consiste en rellenar la zona dañada de la superficie compuesta y en unir una pieza de sustitución, llamada corrientemente parche, en la superficie de la zona rellenada. Esta técnica es la más sencilla y la más rápida. Sin embargo, la estructura reparada es más densa y más pesada que la estructura original. Además, la adhesión del parche no es óptima.

20 La reparación llamada «scarf repair» (reparación en bisel) consiste en levantar el material alrededor de la zona dañada para crear una zona vaciada en la pared. Típicamente el material es levantado en forma de bisel o en escalera. En una segunda etapa, una pieza de sustitución se une a esta última. Generalmente, la zona vaciada y la pieza de sustitución son de forma cilíndrica.

25 La estructura reparada presenta entonces el mismo espesor que la estructura de origen. Además, este tipo de reparación presenta el mejor resultado en términos de adhesión. Sin embargo la misma es más compleja de realizar y más costosa debido al coste de los materiales compuestos.

Por último, una pared reparada de este modo no presenta las mismas características mecánicas que la estructura original.

El documento US-A1-2008/0281554 presenta un procedimiento de reparación de una pared según el preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto de la invención

La invención trata de remediar los inconvenientes anteriormente mencionados.

35 La invención trata en particular de proponer un procedimiento de reparación de una pared constituida por varias capas que permite realizar economías de material. La invención trata igualmente y más particularmente de proponer una solución de este tipo que presente características mecánicas y en particular una resistencia sustancialmente idéntica a las de la pared original.

40 Para ello, la invención se refiere a un procedimiento de reparación de una pared constituida por varias capas, particularmente una pared compuesta, comprendiendo cada capa fibras que se extienden en una dirección principal, y que presentan una zona dañada que afecta a varias capas, comprendiendo el mencionado procedimiento de reparación una etapa de retirada de material consistente en vaciar la pared con el fin de realizar una zona vaciada que abarca la zona dañada y que comprende una zona periférica constituida en forma de gradas de altura igual al espesor de al menos una capa y adaptada para cada grada que define una superficie periférica, llamada zona interfacial, coplanar con un plano de unión entre dos capas superpuestas, denominadas inferior y superior, que se extienden respectivamente por debajo y por encima de dicho plano de unión, una etapa de realización de una pieza de sustitución adaptada para obturar la zona vaciada y que comprende, por cada nivel de la zona vaciada, una superficie complementaria de recubrimiento de dicho nivel, y una etapa de ensamblado de la pieza de sustitución en la pared.

45 Las fibras de cada capa se extienden total o principalmente en una dirección. Por dirección principal de las fibras, se entiende por consiguiente ya sea la dirección de las fibras si todas las fibras se extienden en una misma dirección o

bien la dirección de las fibras que es mayoritaria.

Los términos por encima, por debajo, inferior, superior se utilizan con referencia a la superficie superior de la pared.

Por pieza de sustitución, se entiende una pieza constituida por un solo componente o el ensamblado de piezas elementales.

- 5 Según la invención, en la etapa de retirada, se realizan gradas que definen cada una una zona interfacial que presentan un ancho de dimensión superior según la dirección principal de las fibras de la capa inferior colindante con la mencionada zona interfacial a la dimensión del indicado ancho según otras direcciones a la dirección principal.

- 10 Este procedimiento se basa en un procedimiento clásico que comprende una etapa de mecanizado previo de la zona dañada, la realización de una pieza de sustitución, igualmente llamada parche y luego el ensamblado de esta pieza de sustitución en la zona vaciada.

El material se levanta en forma de escalera o de gradas.

La zona vaciada se concibe de forma que cada grada en su periferia sea función de la forma de la zona dañada y de la naturaleza de las diferentes capas.

- 15 La realización de la zona vaciada es por consiguiente más fina. Este procedimiento permite igualmente realizar una zona vaciada que puede tener en cuenta la presencia de singularidades a nivel de la pared. En efecto, en presencia de un remache o de una esquina, por ejemplo, se podrá modificar la forma de una o de varias gradas.

- 20 Además, la realización de gradas que definen cada una una zona interfacial presentando un ancho de dimensión superior según la dirección principal de las fibras de la capa inferior colindantes con la mencionada zona interfacial a la dimensión del indicado ancho según direcciones distintas a la dirección principal, permite optimizar el material levantado y por consiguiente realizar economías de material manteniendo las características más parecidas a la pared original.

- 25 En efecto, los inventores han observado que el hecho de quitar material modificaba el flujo de fuerzas y han buscado tener en cuenta estas modificaciones locales con el fin de mejorar la eficacia de la recuperación de los flujos de fuerzas entre las capas y por consiguiente las características mecánicas de la pared una vez reparada.

Así, los inventores han descubierto que contrariamente a los perjuicios en el ámbito que estimaban despreciables las fuerzas locales, estas fuerzas locales jugaban un papel fundamental a nivel de las características mecánicas de las paredes reparadas.

- 30 Los inventores han igualmente descubierto que la recuperación de las fuerzas se situaba principalmente a nivel de las zonas interfaciales y en la dirección de las fibras con las cuales la pieza de sustitución se encuentra en contacto y por consiguiente en la dirección de las fibras de la capa inferior colindante con las mencionadas zonas interfaciales.

- 35 A veces, el flujo de fuerzas local experimenta ligeras variaciones y no se orientan en una dirección estrictamente idéntica a la dirección de las fibras pero incluso si existen ligeras variaciones locales los flujos de fuerza local se ejercen siempre en una dirección sustancialmente idéntica a la dirección de las fibras. Por «según la dirección principal de las fibras», se entiende por consiguiente según una dirección sustancialmente idéntica a esta dirección una vez tomadas en cuenta las ligeras variaciones de fuerzas locales.

- 40 Realizar una zona interfacial cuya dimensión sea superior en la dirección de las fibras con las cuales la pieza de sustitución se encuentra en contacto permite disponer de una superficie de contacto óptima entre la pared y la pieza de sustitución en la dirección en la cual se ejercen las fuerzas locales.

La dimensión del ancho de la zona interfacial en las otras direcciones se minimiza pero sigue siendo no obstante suficiente para permitir una buena adhesión entre la pieza de sustitución y la pared.

Se obtiene así un procedimiento de reparación que presenta una recuperación de las fuerzas óptima y que es más económico que los procedimientos clásicos en términos de coste de material.

- 45 Además, al minimizar el levantamiento de material, se disminuye el riesgo de alterar la integridad de la pared.

Por último, cuanto menos importante sea el volumen de material levantado, más rápida será la etapa de retirada de material.

Hay que apreciar que este procedimiento puede ser extrapolado al ensamblado de una pieza constituida por varias

capas con una segunda pieza de preferencia constituida igualmente por varias capas, por ejemplo un ensamblado de dos piezas compuestas.

En efecto, el procedimiento de reparación no es otro que un ensamblado entre una primera pieza que es la pared y una segunda pieza que es la pieza de sustitución.

5 A diferencia de la reparación que generalmente se realiza sobre una zona de poca extensión sobre la cual los flujos generales de las fuerzas ejercidas es sustancialmente el mismo en cualquier punto, el ensamblado puede ser realizado sobre una zona relativamente extensa sobre la cual el flujo general de las fuerzas ejercidas varía. Conviene por consiguiente previamente discretizar la zona de ensamblado en varias subzonas de extensión inferior y sobre las cuales el flujo general de las fuerzas ejercidas es sustancialmente el mismo en cualquier punto.

10 Para cada subzona, se procede seguidamente de un modo similar al procedimiento de reparación.

Así, el procedimiento de ensamblado comprende una etapa de discretización de la zona de ensamblado en subzona, para cada subzona, el procedimiento de ensamblado comprende una etapa de realización de una primera zona de unión en una primera pieza que consiste en retirar el material de la indicada primera pieza con el fin de realizar una primera zona de unión constituida en forma de gradas, teniendo cada grada una altura igual al espesor de al menos una capa, adaptada para que cada grada defina una zona interfacial, tal como la definida para la reparación, una etapa de realización de una segunda pieza adaptada para ser ensamblada en la primera zona de unión y que comprende, por cada zona interfacial de la primera zona de unión una superficie complementaria de recubrimiento de la indicada zona interfacial y una etapa de puesta en contacto de las dos piezas y una etapa de fijación de las dos piezas puestas en contacto por medio de la sustancia adhesiva. Como en el procedimiento de reparación, durante la etapa del procedimiento de ensamblado que consiste en realizar la primera pieza, se realizan gradas que definen cada una una zona interfacial que presenta un ancho de dimensión superior según la dirección principal de las fibras de la capa inferior colindantes con la indicada zona interfacial a la dimensión del indicado ancho según otras direcciones a la dirección principal.

25 Ventajosamente y según la invención, durante la etapa de retirada de material, se realizan gradas que definen cada una una zona interfacial que presentan un ancho de dimensión comprendida entre un valor máximo seleccionado para la dirección principal de las fibras de la capa inferior colindantes con la mencionada zona interfacial y un valor mínimo seleccionado para la dirección perpendicular a la dirección principal.

Los inventores han observado igualmente que el flujo de fuerzas local era mínimo de forma sustancialmente perpendicular a la dirección de las fibras con las cuales se encuentra en contacto la pieza de sustitución.

30 De igual modo que se ha maximizado la zona interfacial según la dirección en la cual se ejercen las fuerzas, se la minimiza en la dirección según la cual las fuerzas son mínimas. Se obtiene por consiguiente una zona vaciada de dimensiones óptimas y se realiza una ganancia de material optimizando la recuperación de las fuerzas ejercidas localmente.

35 Ventajosamente y según la invención, la etapa de retirada de material se realiza secuencialmente con el fin de despejar sucesivamente cada grada.

Ventajosamente y según la invención, durante la etapa de retirada de material, se realizan gradas cuya altura es igual al espesor de la capa superior de la pared colindante con la zona interfacial definida por la indicada grada.

Cada grada corresponde a una capa de la pared.

Se proporciona así una zona interfacial para cada capa.

40 Ventajosamente y según la invención, durante la etapa de retirada de material, se realiza la zona vaciada y particularmente las gradas utilizando la técnica de corte por chorro de agua a presión elevada.

El mecanizado de una zona vaciada de este tipo es particularmente difícil de realizar con la mayoría de las técnicas de mecanizado habituales.

45 La técnica del mecanizado por chorro de agua parece ser particularmente ventajosa para este tipo de aplicación pues permite realizar un mecanizado paso a paso sobre espesores relativamente pequeños. La misma no impone ninguna tensión mecánica, ni térmica sobre la pieza. Además, la misma opera en profundidad constante y no necesita por consiguiente un recorrido de útil complejo.

Ventajosamente y según la invención, se realiza una pieza de sustitución constituida por la superposición de capas de sustitución con espesores adaptados a las alturas de las gradas.

50 Con el fin de aproximarse lo más posible a la pared original, se utiliza una pieza de sustitución que está igualmente

constituida por varias capas.

La pieza de sustitución es complementaria a la zona vaciada en altura y en anchura.

Esta complementariedad mejora el ensamblado.

5 Además, dado que la pieza de sustitución y la zona vaciada son complementarias, minimizar la pérdida de material a nivel de la zona vaciada viene a minimizar el material a nivel de la pieza de sustitución y por consiguiente a hacer igualmente economías de material para la pieza de sustitución. Ventajosamente y según la invención, se realiza una pieza de sustitución de la cual cada capa de sustitución comprende fibras orientadas según una dirección preferencial predeterminada, y por que se orientan las fibras de cada una de las capas de sustitución según la dirección principal de las fibras de la capa inferior colindante con la zona interfacial destinada para ser recubierta por la indicada capa de sustitución.

10 Así, a nivel de la zona interfacial, las fibras de las capas de la pieza de sustitución se unen con las fibras de la pared que se encuentran en la misma dirección. La recuperación de las fuerzas se optimiza entonces.

15 Ventajosamente y según la invención, se depositan las capas de sustitución en el interior de la zona vaciada de la pared y se las junta entre sí con el fin de realizar la pieza de sustitución y con la pared con el fin de realizar la etapa de ensamblado, simultáneamente.

Ventajosamente y según la invención, se realiza la pieza de sustitución antes de ensamblarla con la pared.

Ventajosamente y según la invención, en la etapa de retirada de material, se realizan gradas adaptadas para definir zonas de interfaz que comprenden un contorno externo de forma poligonal.

Los ángulos a nivel de la zona interfacial permiten seguir mejor las fibras de las capas.

20 **Descripción de las figuras.**

Otros fines, características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción siguiente que se refiere a las figuras adjuntas que representan modos de realización preferenciales de la invención, dados únicamente a título de ejemplos no limitativos, y en las cuales:

- la figura 1 es una vista en sección de una pared que presenta una zona dañada,

25 - la figura 2 es una vista en sección de una pared que presenta una zona vaciada según el estado de la técnica,

- la figura 3 es una vista por encima de una pared que presenta una zona vaciada según el estado de la técnica,

- la figura 4 es una vista en sección de una pared que presenta una zona vaciada según un modo preferido de realización de la invención,

30 - la figura 5 es una vista por encima de una pared que presenta una zona vaciada según un modo preferido de realización de la invención,

- la figura 6 es una vista en sección de la pared que presenta una zona vaciada y una pieza de sustitución según un modo de realización y antes del ensamblado,

- la figura 7 es una vista en sección de la pared que presenta una zona vaciada y una pieza de sustitución según un modo de realización, después del ensamblado,

35 - la figura 8 representa un modo de realización preferido de la forma de la zona interfacial según la invención.

Exposición detallada de una forma de realización preferencial de la invención. Descripción de las figuras.

La figura 1 representa una pared 1 constituida por varias capas 2.

Las capas 2 puede ser de un material similar o diferente. Las mismas tienen generalmente un espesor del orden de 0,1 a 0,4 mm.

40 Cada capa de la pared 1 comprende fibras 3.

Estas fibras se extienden total o principalmente en una dirección, llamada dirección principal 4.

Generalmente, la dirección principal 4 difiere según las capas. Así dos capas adyacentes pueden comprender fibras orientadas en direcciones principales diferentes.

De preferencia, la pared 1 será de material compuesto, es decir de un material formado por fibras largas tales como fibras de carbono u otras, dispuestas en forma de capas superpuestas e incrustadas en una matriz de resina. Como se ha representado en la figura 1, esta pared 1 presenta una zona dañada 5.

Esta zona dañada 5 afecta a varias capas 2.

- 5 En la figura 1, se representa una zona dañada 5 que se extiende a tres capas 15, 16 y 17.

La primera capa 15 es como se ha indicado en la figura 1, la capa en la superficie de pared 1. La segunda capa 16 es la capa directamente inferior a la primera capa 15. La tercera capa 17 es la capa directamente inferior a la segunda capa 16.

Etapas de retirada de material

- 10 Para reparar una zona dañada 5 de este tipo, se realiza en primer lugar una etapa de retirada de material. En el transcurso de esta etapa, se vacía la pared 1 con el fin de realizar una zona vaciada 6 que abarca la zona dañada 5.

La zona vaciada 6 es de forma general cóncava.

Las figuras 2 y 3 representan varias vistas de una zona vaciada 6 según el estado de la técnica.

- 15 La zona vaciada 6 representada en la figura 2 comprende una zona periférica 7, representada con línea de trazo grueso, constituida por gradas 8.

Cada grada tiene una altura igual al espesor de al menos una capa.

En las figuras 2 y 3, la altura de una grada es igual a la altura de una capa. Cada grada define una zona interfacial 9 que es coplanar con un plano de unión de dos capas superpuestas, llamadas inferior y superior, que se extienden respectivamente por debajo y por encima de dicho plano de unión.

- 20 Así la zona interfacial 22 indicada en la figura 2 se encuentra en la unión de la segunda capa 16 y de la tercera capa 17. Para esta zona interfacial 22, la segunda capa 16 será la capa superior colindante con la zona interfacial 22 y la tercera capa 17 será la capa inferior colindante con la zona interfacial 22.

Como se ha representado en las figuras 2 y 3, la zona vaciada 6 según el estado de la técnica está constituida por elipses concéntricas formadas según una inclinación dada.

- 25 Las zonas interfaciales 9 presentan los mismos anchos 10 sea cual fuere la grada 8 que los define.

Además, por cada grada 8, las zonas interfaciales 9 presentan los mismos anchos 10 según cualquier dirección.

Las figuras 4 y 5 representan varias vistas de una zona vaciada 6 según un modo de realización de la invención.

Durante la etapa de retirada de material, se vacía la pared 1 con el fin de realizar una zona vaciada 6.

- 30 Todo como en el estado de la técnica, la zona vaciada 6 según la invención que comprende una zona periférica 7 constituida por gradas 8. Cada grada define una zona interfacial 9.

Las gradas 8 realizadas y representadas en la figura 4 tienen una altura que es igual al espesor de la capa superior colindante con la zona interfacial 9 definida por la indicada grada, es decir que cada grada tiene una altura igual al espesor de una capa.

- 35 Sin embargo contrariamente al estado de la técnica y como se refleja en la figura 5, las gradas 8 realizadas durante la etapa de retirada, definen cada una una zona interfacial 9 que presenta un ancho 10 de dimensión superior según la dirección principal 4 de la capa inferior colindante con la mencionada zona interfacial 9 a la dimensión del indicado ancho 10 según otras direcciones a la dirección principal 4.

- 40 Como se refleja igualmente en la figura 5, las gradas 8 realizadas durante la etapa de retirada definen cada una una zona interfacial 9 que presenta un ancho 10 de dimensión inferior según la dirección perpendicular a la dirección principal 4 de la capa inferior colindante con la mencionada zona interfacial 9 a la dimensión del indicado ancho 10 según otras direcciones a la dirección perpendicular a esta dirección principal 4.

- 45 De hecho, se realizan gradas 8 que definen cada una una zona interfacial 9 con una dimensión comprendida entre un valor máximo seleccionado para la dirección principal 4 de la capa inferior colindante con la mencionada zona interfacial 9 y un valor mínimo seleccionado para la dirección perpendicular a la dirección principal 4. Así se realiza una zona interfacial 9 cuya dimensión es máxima en la dirección principal 4 con las cuales la pieza de sustitución 12

está en contacto y mínima en la dirección perpendicular. Esta dirección principal 4 es aquella según la cual se ejercen las fuerzas locales. Este procedimiento permite disponer de una superficie de contacto óptima entre la pared 1 y la pieza de sustitución 12.

- 5 Se obtiene así un procedimiento de reparación que presenta una recuperación de las fuerzas óptima y que es más económico que los procedimientos clásicos en términos de coste material.

La ganancia de material es tanto más importante cuanto más importante es el número de capas 2 dañadas.

La ganancia de material se evalúa en términos de volumen de material economizado pero igualmente en términos de superficie. La zona vaciada 6 presenta una extensión menor que una zona vaciada según las técnicas del estado del arte, como se refleja comparando las figuras 3 y 5.

- 10 Así para reparaciones superiores a 10 capas 2, se estima la ganancia de material en términos de volumen entre un 40% y 50%. Se estima igualmente que para 10 capas, la superficie de la zona vaciada 6 en la primera capa es del 40 al 60% inferior a la de una zona vaciada 6 según una técnica clásica.

Además, al minimizar la eliminación de material, se disminuye el riesgo de alterar la integridad de la pared 1.

- 15 Según un modo de realización preferido de la invención y como se ha representado en la figura 5, se realizan gradas 8 adaptadas para definir zonas interfaciales 9 que comprenden un contorno externo de forma poligonal.

Como se refleja en la figura 5. Los ángulos a nivel de la zona interfacial 9 permiten seguir mejor las fibras 3 de las capas 2.

La etapa de retirada de material puede realizarse según técnicas de mecanizado o de retirada de material conocidas tales como el fresado convencional, el esmerilado o electro-erosión, por chorro de agua a presión o por vía química.

- 20 De preferencia, la etapa de retirada de material se realiza secuencialmente con el fin de despejar sucesivamente cada grada.

De preferencia, la etapa de retirada de material se realiza por mecanizado a partir de la primera capa.

Este tipo de mecanizado de grada por grada o capa por capa y cuya forma cambia en cada capa es particularmente difícil de realizar con la mayoría de las técnicas de mecanizado.

- 25 Según un modo de realización preferido de la invención, se realiza la zona vaciada 6 y particularmente las gradas 8 utilizando la técnica de corte por chorro de agua a presión.

- 30 La técnica de mecanizado por chorro de agua parece particularmente ventajosa para este tipo de aplicación pues la misma permite realizar un mecanizado paso a paso sobre espesores relativamente pequeños. La misma no impone tensión mecánica alguna ni térmica sobre la pieza. Además, opera en profundidad constante y no necesita por consiguiente un recorrido de útil complejo.

La figura 8 ilustra un modo de realización para concebir una forma óptima para la zona vaciada 6. De preferencia, esta concepción está automatizada.

Bien sea una pared 1 constituida por varias capas 2 y que presentan una zona dañada 5 que afecta a tres capas 15, 16 y 17 como se ha ilustrado en la figura 1.

- 35 Se define la forma de la grada de la zona vaciada 6 a nivel de la tercera capa, la capa más profunda dañada. Esta tercera grada está definida para abarcar la zona dañada 5 a nivel de esta capa definiendo una zona interfacial 9 mínima.

- 40 Se define la forma de la grada de la zona vaciada 6 a nivel de la segunda capa, la segunda grada. Para ello, se modelizan rombos. Según el modo de realización preferencial representado en la figura 8, este rombo tiene una diagonal D mayor igual a 3 veces su diagonal menor d.

Se orienta de forma que su mayor diagonal se encuentre en la dirección principal 4 de la capa inferior colindante con la zona interfacial 9 definida por la segunda grada o sea la tercera capa.

- 45 Para cada ángulo de la forma de la tercera grada, se posiciona este rombo virtual, se define una forma que abarque estos rombos y se obtiene la forma de la segunda grada. Al igual que para la primera grada, se coloca un rombo virtual orientados según las fibras 3 de la segunda capa en cada ángulo de la segunda grada, se define una forma que abarca estos rombos y se obtiene la forma de la primera grada.

Etapa de realización de una pieza de sustitución

El procedimiento según la invención comprende además una etapa de realización de una pieza de sustitución 12.

La pieza de sustitución 12 está adaptada para obturar la zona vaciada 6 y comprende, por cada nivel 11 de la zona vaciada 6, una superficie complementaria de recubrimiento de dicho nivel 11.

- 5 La pieza de sustitución 12 puede estar constituida por una sola pieza o por el ensamblado de piezas elementales.

En la figura 6 se ilustra una pieza de sustitución 12 constituida por varios elementos de una sola pieza.

- 10 Según un modo de realización preferencial de la invención y como se ha representado en la figura 6, la pieza de sustitución 12 está constituida por la superposición de capas de sustitución 13 de espesores adaptados a las alturas de las gradas 8 y con dimensiones adaptadas para extenderse en recubrimiento de los niveles 11 definidos por las gradas 8.

Se realiza una pieza de sustitución 12 de la cual cada capa de sustitución 13 comprende fibras orientadas según una dirección preferencial predeterminada, y por que se orientan las fibras de cada una de las capas de sustitución 13 según la dirección principal 4 de las fibras de la capa inferior de la pared 1 colindante con la zona interfacial 9 destinada para ser recubierta por la capa de sustitución 13.

- 15 Así, a nivel de la zona interfacial 9, las fibras de las capas de la pieza de sustitución 12 se unen a las fibras 3 de la pared 1 que se encuentran en la misma dirección. La recuperación de las fuerzas se optimiza entonces.

- 20 Como se ha esquematizado en la figura 6, la tercera capa de la pieza de sustitución tiene sus fibras orientadas según la dirección principal 4 de la cuarta capa de la pared 1. La segunda capa de la pieza de sustitución tiene sus fibras orientadas según la dirección principal 4 de la tercera capa de la pared 1. La primera capa de la pieza de sustitución tiene sus fibras orientadas según la dirección principal 4 de la segunda capa de la pared 1.

Se puede eventualmente añadir una capa suplementaria que recubra la pieza de sustitución 12.

Etapa de ensamblado de la pieza de sustitución con la pared.

El procedimiento según la invención comprende además una etapa de ensamblado de la pieza de sustitución 12 con la pared 1.

- 25 Esta etapa de ensamblado se ilustra en las figuras 6 y 7.

- 30 Según un modo de realización preferencial, se depositan sucesivamente las capas de sustitución 13 en el interior de la zona vaciada 6 de la pared 1. Antes de ser depositadas, estas capas 2 han sido impregnadas con una sustancia adhesiva, por ejemplo una resina termoplástica. Una vez las capas de sustitución 13 depositadas en la zona vaciada 6, se activa la sustancia adhesiva, por ejemplo por polimerización en el caso de una resina. Así se ensamblan las diferentes capas de sustitución 13 entre si para formar una pieza de sustitución 12 y al mismo tiempo se las une con la pared 1.

En otro modo de realización, se puede realizar la pieza de sustitución 12 en una primera fase y luego ensamblarla con la pared 1.

Se puede ensamblar la pieza de sustitución 12 con la pared 1 según cualquier otra técnica conocida.

- 35 El procedimiento de reparación tal como se ha descrito puede extrapolarse al ensamblado de una pieza constituida por varias capas con una segunda pieza.

Se trata entonces no del ensamblado de una pared constituida por varias capas con una pieza de sustitución sino del ensamblado de una primera pieza con una segunda pieza, estando la segunda pieza de preferencia igualmente constituida por varias capas.

- 40 A diferencia de la reparación que es generalmente realizada en una zona de poca extensión sobre la cual los flujos generales de las fuerzas ejercidas es sustancialmente el mismo en cualquier punto, el ensamblado puede ser realizado sobre una zona relativamente extensa sobre la cual los flujos generales de las fuerzas ejercidas varían.

Por fuerza, se pueden entender fuerzas físicas como la conductividad o fuerzas mecánicas como las fuerzas o cualquier otra fuerza.

- 45 Conviene por consiguiente previamente dividir la zona de ensamblado en varias subzonas de extensión inferior y sobre las cuales el flujo general de las fuerzas ejercidas es sustancialmente el mismo en cualquier punto.

Por ejemplo, si se desean ensamblar dos partes de un ala de un avión, la dirección de las fuerzas mecánicas ejercidas sobre el ala difieren en su extremo y su centro. Se dividirá por consiguiente la zona de ensamblado en subzonas para las cuales las fuerzas se ejercen sustancialmente en la misma dirección. Estas subzonas pueden por ejemplo tener un ancho de 10 cm.

5 Para cada subzona, se procede seguidamente de una forma similar al procedimiento de reparación.

Se realiza una primera zona de unión retirando material de la primera pieza con el fin de realizar una primera zona de unión constituida por gradas, teniendo cada grada una altura igual al espesor de al menos una capa, adaptada para que cada grada defina una zona interfacial como se ha definido para la reparación.

10 Como en el procedimiento de reparación, durante la etapa del procedimiento de ensamblado consistente en realizar la primera pieza, se realizan gradas que definen cada una una zona interfacial que presenta un ancho de dimensión superior según la dirección preferencial colindante con la indicada zona interfacial en la dimensión del indicado ancho según direcciones distintas de la dirección preferencial.

15 En el caso en que se busque una recuperación de los flujos de fuerzas locales óptima, la dirección preferencial es la dirección principal de las fibras de la capa inferior. La dirección preferencial puede igualmente ser una dirección que tenga en cuenta las direcciones de las fibras y otros parámetros de fuerzas locales.

Se realiza una segunda pieza adaptada para ser ensamblada con la primera zona de unión y que comprende, para cada zona interfacial de la primera zona de unión una superficie complementaria de recubrimiento de la indicada zona interfacial. La zona de unión de la segunda pieza puede ser realizada según el mismo procedimiento que la zona de unión de la primera pieza.

20 Las dos piezas son seguidamente puestas en contacto y fijadas por medio de la sustancia adhesiva.

La invención ha sido descrita más arriba haciendo referencia a una forma de realización dada a título de puro ejemplo. Se entiende que la misma no se limita a esta forma de realización sino que la misma abarca todas las formas de realizaciones cubiertas por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de reparación de una pared (1), particularmente de una pared compuesta, constituida por varias capas (2), comprendiendo cada capa fibras (3) que se extienden en una dirección principal (4), y que presentan una zona dañada (5) que afecta a varias capas (2), comprendiendo el indicado procedimiento de reparación:
- 5 - una etapa de retirada de material que consiste en vaciar la pared (1) con el fin de realizar una zona vaciada (6) que abarque la zona dañada (5) y que comprenda una zona periférica (7) constituida por gradas (8) de altura idéntica al espesor de al menos una capa, y adaptada para cada grada (8) defina una superficie periférica, llamada zona interfacial (9), coplanar con un plano de unión entre dos capas superpuestas, llamadas inferior y superior, que se extienden respectivamente por debajo y por encima de dicho plano de unión,
- 10 - una etapa de realización de una pieza de sustitución (12) adaptada para obturar la zona vaciada (6) y que comprende, para cada nivel (11) de la zona vaciada (6) una superficie complementaria de recubrimiento de dicho nivel (11),
- y una etapa de ensamblado de la pieza de sustitución (12) con la pared (1),
- 15 **caracterizándose** el indicado procedimiento de reparación **por que**, en la etapa de retirada se realizan gradas (8) que definen cada una una zona interfacial (9) que presenta un ancho (10) de dimensión superior según la dirección principal (4) de las fibras (3) de la capa inferior colindante con la indicada zona interfacial (9) con la dimensión de dicho ancho (10) según direcciones distintas a la dirección principal (4).
- 20 2. Procedimiento de reparación según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, en la etapa de retirada de material, se realizan gradas (8) que definen cada una una zona interfacial (9) que presenta un ancho (10) de dimensión comprendida entre un valor máximo seleccionado para la dirección principal (4) de las fibras (3) de la capa inferior colindante con la mencionada zona interfacial (9) y un valor mínimo seleccionado para la dirección perpendicular a la dirección principal (4).
- 25 3. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por que** la etapa de retirada de material se realiza secuencialmente con el fin de liberar sucesivamente cada grada.
4. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que**, en la etapa de retirada de material, se realizan gradas (8) cuya altura es igual al espesor de la capa superior de la pared (1) colindante con la zona interfacial (9) definida por la mencionada grada.
- 30 5. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizado por que** en la etapa de retirada de material, se realiza la zona vaciada (6) y particularmente las gradas (8) utilizando la técnica de corte por chorro de agua a presión elevada.
6. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** se realiza una pieza de sustitución (12) constituida por la superposición de capas de sustitución (13) con espesores adaptados a las alturas de las gradas (8).
- 35 7. Procedimiento de reparación según la reivindicación 6, **caracterizado por que** se realiza una pieza de sustitución (12) de la cual cada capa de sustitución comprende fibras (3) orientadas según una dirección preferencial predeterminada, y **por que** se orientan las fibras (3) de cada una de las capas de sustitución según la dirección principal (4) de las fibras (3) de la capa inferior de la pared (1) colindantes con la zona interfacial (9) destinada para ser recubierta por la mencionada capa de sustitución.
- 40 8. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado por que** se depositan las capas de sustitución (13) en el interior de la zona vaciada (6) de la pared (1) y por que se la ensambla entre si con el fin de realizar la pieza de sustitución (12) y con la pared (1) con el fin de realizar la etapa de ensamblado, simultáneamente.
- 45 9. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se realiza la pieza de sustitución (12) antes de ensamblarla con la pared.
10. Procedimiento de reparación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en la etapa de retirada del material, se realizan gradas (8) adaptadas para definir zonas interfaciales (9) que comprenden un contorno externo de forma poligonal.

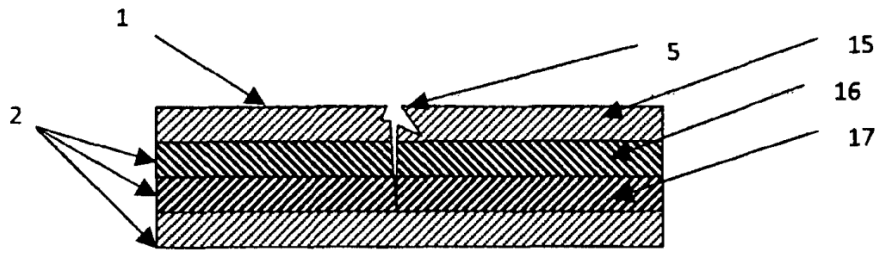


FIG. 1

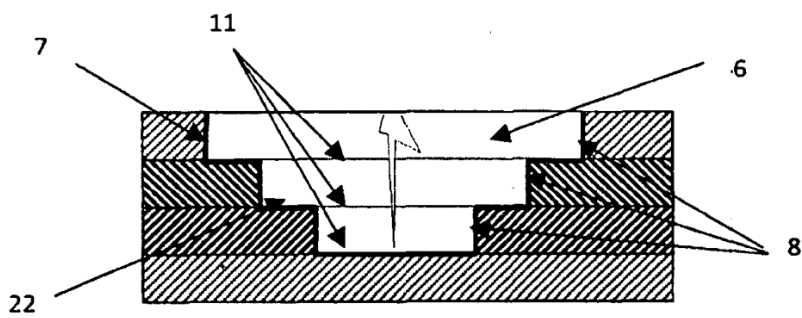


FIG. 2

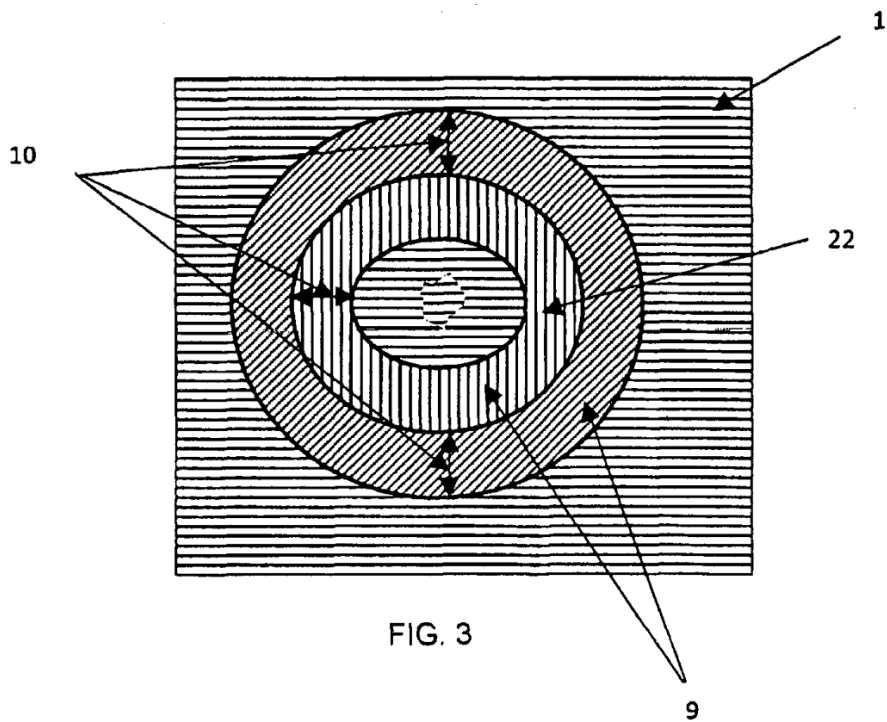


FIG. 3

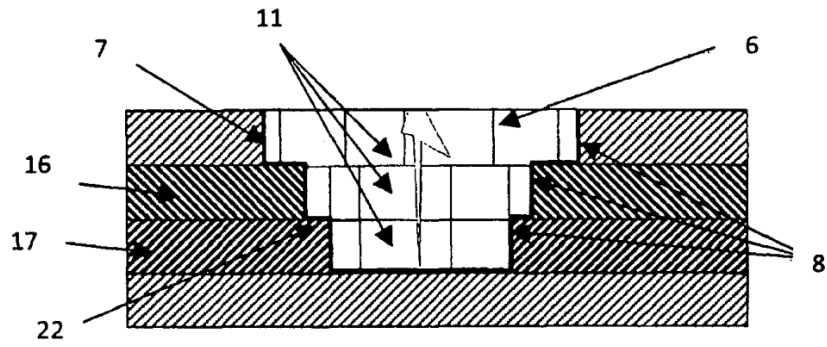


FIG. 4

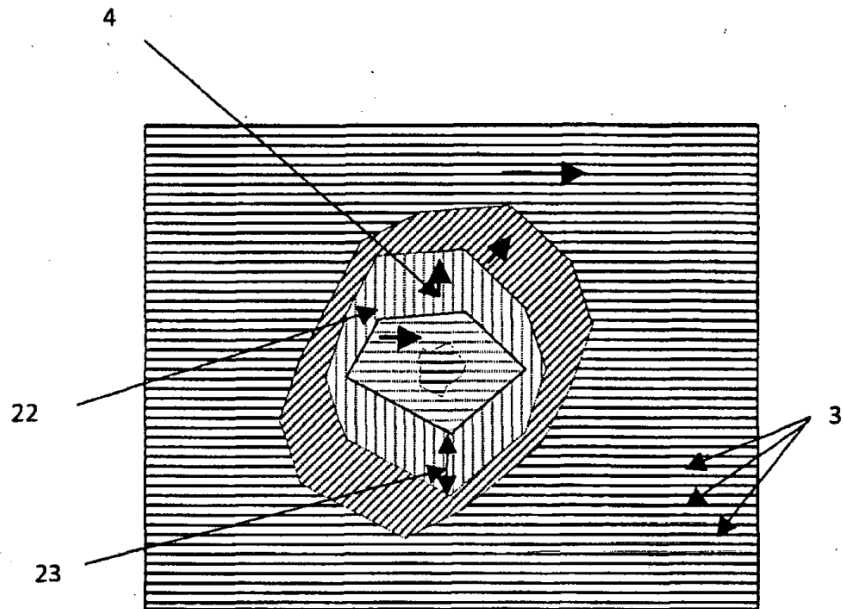


FIG. 5

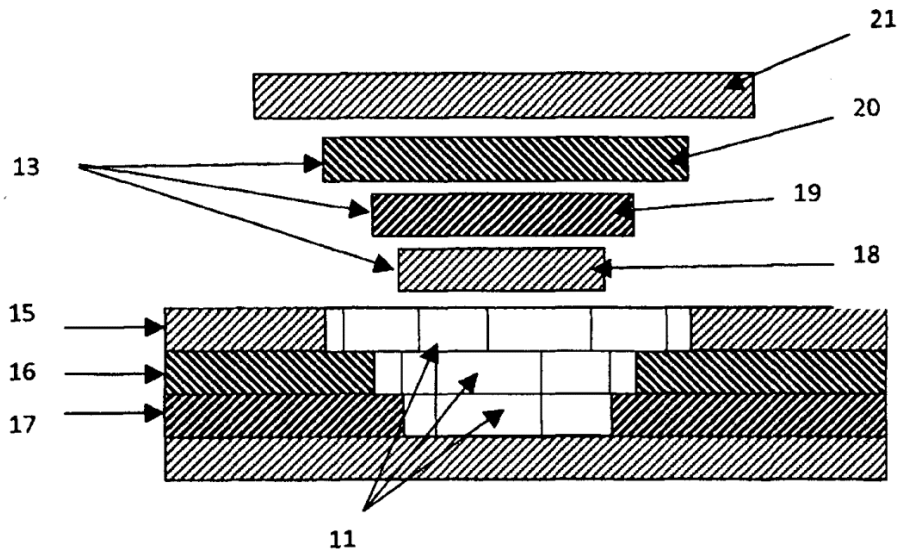


FIG. 6

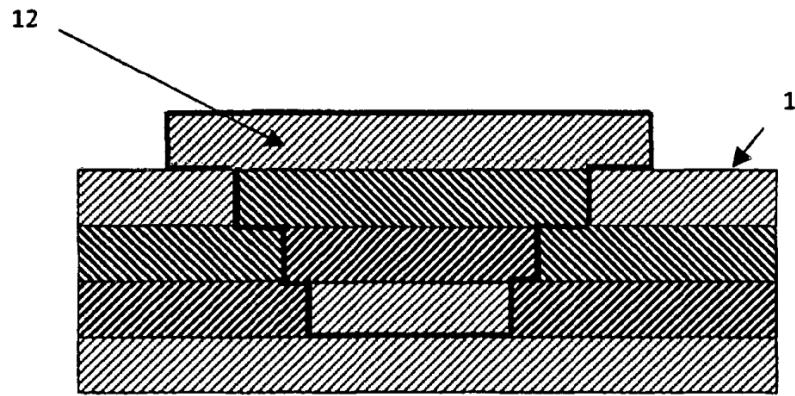


FIG. 7

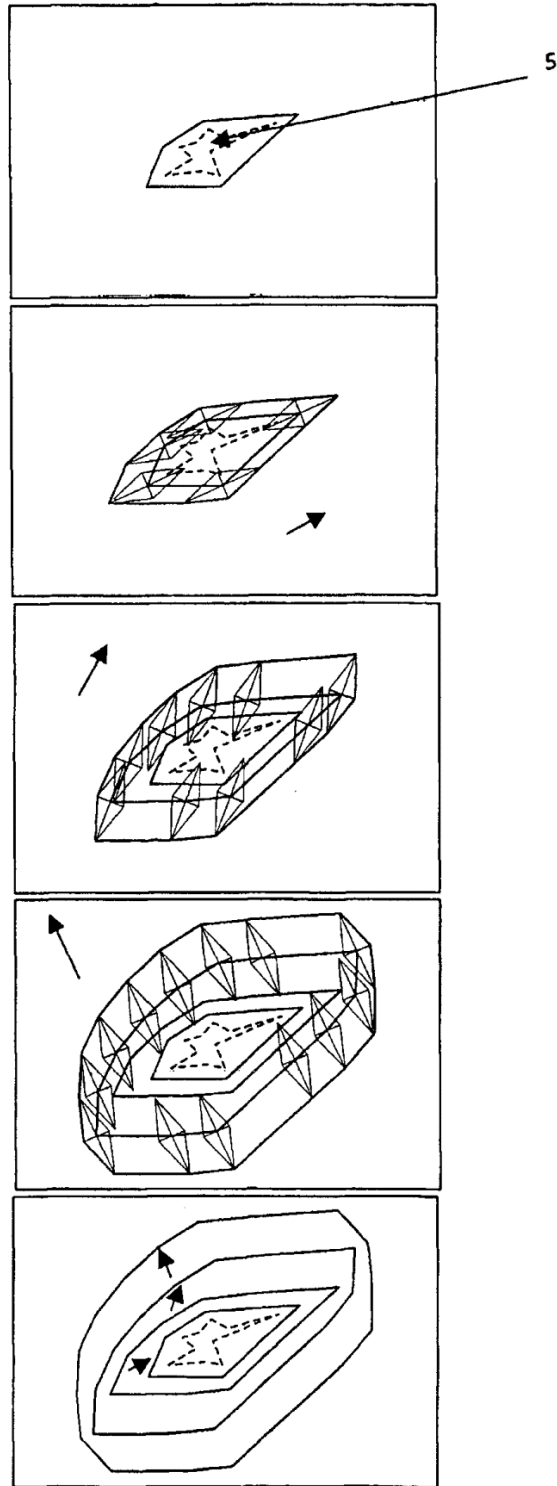


FIG. 8