

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 999**

51 Int. Cl.:

**B29C 73/24** (2006.01)

**G01B 3/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2011 PCT/US2011/053402**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12060944**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2011 E 11770592 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2635429**

54 Título: **Herramienta y método de plantilla de reparación rápida de material compuesto**

30 Prioridad:

**04.11.2010 US 939485**

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

**22.04.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**AKDENIZ, AYDIN;  
BLANCHARD, STEVEN D. y  
ANDERSON, DAVID M.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 709 999 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**

Herramienta y método de plantilla de reparación rápida de material compuesto

Antecedentes

5 La divulgación se refiere en general a la reparación de estructuras de material compuesto. Más particularmente, la divulgación se refiere a una herramienta y método de plantilla de reparación rápida de material compuesto de bajo coste para localizar y medir de manera expedita un área de reparación en una estructura compuesta para la reparación de la estructura.

10 En la reparación de estructuras de material compuesto, se pueden usar herramientas de medición y un formato manual para medir y ubicar el área que se va a reparar. Sin embargo, puede haber un tiempo objetivo para cada reparación y los métodos convencionales de medición y ubicación del área de reparación pueden llevar mucho tiempo. Además, las variaciones en los métodos para ubicar un área de reparación y aplicar un parche de reparación al área pueden generar incertidumbre en la posición del parche de reparación con respecto al daño que pueda afectar la capacidad de cuidado de la carga final. La consistencia en la aplicación y la ubicación de los parches de reparación dará lugar a menos incertidumbre y una mejor comprensión de cómo se introducen las cargas en el parche de reparación. Los  
15 datos de posición conocidos proporcionarán confianza para la aplicación de uso y reparación.

Eric Greene: "Marine Composites", 1 de julio de 1999 (1999-07-01), páginas 285-299, divulga una herramienta de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un método de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 3 y 9.

20 Se necesita una herramienta y método de plantilla de reparación rápida de material compuesto de bajo coste para localizar y medir de manera expedita un área de reparación en una estructura compuesta para la reparación de la estructura para (a) garantizar que se cumplan las limitaciones de tiempo de instalación, y (b) garantizar que se cumplan las tolerancias de posición de instalación.

Resumen

25 La divulgación se dirige generalmente a una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto para localizar y medir de manera expedita un área de reparación en una estructura compuesta para la reparación de la estructura. Una realización ilustrativa de la herramienta de plantilla de reparación de material compuesto incluye un cuerpo de herramienta generalmente triangular, un borde de radio convexo en el cuerpo de la herramienta y un borde de radio cóncavo en el cuerpo de la herramienta, un borde de regla en el cuerpo de la herramienta y una pluralidad de marcas de regla en el cuerpo de la herramienta a lo largo del borde de la regla; y una primera esquina que une el  
30 borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo, una segunda esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla y una tercera esquina que une el borde de la regla y el borde de radio convexo.

35 También se divulga una herramienta de reparación de material compuesto que puede incluir una plantilla de alineación que tiene una abertura de dimensionamiento del daño; una pluralidad de hojas de dimensionamiento de daño portadas por la plantilla de alineación y que tienen una pluralidad de aberturas de dimensionamiento de daño diferentes, respectivamente, cada abertura registra el daño al centro de la plantilla de alineación, y las aberturas de dimensionamiento del daño disminuyen progresivamente desde el tamaño del daño más grande posible.

40 La divulgación se dirige además de manera general a un método de reparación compuesto para localizar y medir un área de reparación en una estructura compuesta para la reparación de la estructura compuesta. Una realización ilustrativa del método incluye proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta generalmente triangular; un borde de radio convexo en el cuerpo de la herramienta; y un borde de radio cóncavo en el cuerpo de la herramienta; un borde de la regla en el cuerpo de la herramienta y una pluralidad de marcas de la regla en el cuerpo de la herramienta a lo largo del borde de la regla; y una primera esquina que une el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo, una segunda esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla y una tercera esquina que une el borde de la regla y el borde de radio convexo,  
45 colocando uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta contra una superficie de reparación e iniciando un proceso de reparación si una curvatura de contorno de la superficie de reparación tiene un radio igual a o mayor que uno de los bordes de radio convexo y el borde del radio convexo del cuerpo de la herramienta estándar. Los bordes convexos y cóncavos de la herramienta de radio corresponden al radio de curvatura mínimo permitido donde se puede colocar el parche de reparación rápida; la estructura con un radio de curvatura más pequeño no está aprobada para aplicar el parche de reparación.  
50

55 También se divulga un método de reparación de material compuesto que puede incluir proporcionar una herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto que tiene una plantilla de alineación con un dimensionamiento del daño y una abertura de localización y hojas de dimensionamiento del daño en la placa de alineación con aberturas de dimensionamiento del daño progresivamente más pequeñas alineadas con la apertura de dimensionamiento del daño de la plantilla de alineación; colocando la plantilla de alineación contra una superficie de reparación; remover progresivamente las hojas de dimensionamiento del daño de la plantilla de alineación hasta que un área de reparación en la superficie de reparación pueda quedar completamente contenida en el centro de la abertura de la hoja. Las hojas

se hacen cada vez más grandes hasta el tamaño máximo de daño permitido. Si no se puede contener completamente el daño dentro de la hoja con la abertura más grande u otra hoja especificada (que indica el tamaño máximo de daño permitido), se determina que el daño excede el tamaño del daño permitido para el cual se puede aplicar el área reparada. Si el área dañada encaja dentro de la abertura del tamaño del daño de al menos una de las hojas de dimensionamiento del daño con un orificio igual a o menor que el área de daño permitida, el daño se centra primero dentro de la abertura y luego la reparación puede proceder y comenzar.

5

Breve descripción de las ilustraciones.

La FIG. 1 es una vista lateral de una realización ilustrativa de la herramienta de plantilla de comprobación y medición de radio de reparación rápida de material compuesto.

10 La FIG. 2 es una realización ilustrativa alternativa de la herramienta de plantilla de comprobación y medición de radio de reparación rápida de material compuesto.

La FIG. 3 es una vista en perspectiva de una realización alternativa ilustrativa de la herramienta de plantilla de centrado de daño de reparación rápida de material compuesto.

15 La FIG. 4 es una vista frontal (superior) de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3.

La FIG. 5 es una vista posterior (inferior) de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3.

La FIG. 6 es una vista en perspectiva de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3, con hojas del tamaño de los daños múltiples levantadas de una plantilla de alineación de la herramienta.

20 La FIG. 7 es una vista en perspectiva de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3, con tres hojas de dimensionamiento del daño levantadas de una hoja de dimensionamiento del daño que se encuentra en la plantilla de alineación de la herramienta.

La FIG. 8 es una vista en perspectiva de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3, con la hoja de dimensionamiento del daño superior eliminada de la plantilla de alineación.

25 La FIG. 9 es una vista en perspectiva de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3, con las dos hojas de dimensionamiento del daño superior eliminadas de la plantilla de alineación.

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto de la FIG. 3, con las tres hojas de dimensionamiento del daño superior eliminadas de la plantilla de alineación.

30 La FIG. 11 es una vista en perspectiva de la plantilla de alineación de la herramienta de la FIG. 3, con la hoja de dimensionamiento del daño de diámetro más grande eliminada de la plantilla de alineación.

La FIG. 12 es una vista desde arriba de la hoja de localización de daños en la base de la plantilla de alineación.

35 La FIG. 13 es una vista frontal de la plantilla de alineación de la herramienta de la FIG. 3 que muestra todas las hojas de dimensionamiento del daño eliminadas y los tres puntos de alineación de color que se alinearán con los orificios de alineación de la hoja de dimensionamiento del daño y proporcionarán una confirmación positiva de que todas las hojas están alineadas correctamente.

La FIG. 14 es una vista frontal de la plantilla de alineación de la herramienta de la FIG. 3, que ilustra más particularmente dimensiones de ejemplo para los diversos elementos de la plantilla de alineación.

La FIG. 15 es una realización ilustrativa de un método de reparación compuesto rápido.

La FIG. 16 es una realización ilustrativa alternativa de un método de reparación compuesto rápido.

40 La FIG. 17 es un diagrama de flujo de una producción de aeronaves y una metodología de servicio.

La FIG. 18 es un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

45 La siguiente descripción detallada es meramente de naturaleza de ejemplo y no pretende limitar las realizaciones descritas o la aplicación y usos de las realizaciones descritas. Tal como se usa en el presente documento, la palabra "de ejemplo" o "ilustrativo" significa "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier implementación descrita aquí como "de ejemplo" o "ilustrativa" no debe interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras implementaciones. Todas las implementaciones que se describen a continuación son implementaciones de ejemplo que se proporcionan para permitir que los expertos en la técnica puedan practicar la divulgación y no pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, no hay ninguna intención de obligarse por

ninguna teoría expresa o implícita presentada en el campo técnico anterior, antecedentes, breve resumen o la siguiente descripción detallada.

5 Con referencia inicialmente a la FIG. 1, una realización ilustrativa de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto, en adelante la herramienta, se indica generalmente con el numeral de referencia 1. La herramienta 1 puede incluir un cuerpo 2 de la herramienta que puede tener una forma generalmente triangular en algunas realizaciones. El cuerpo 2 de la herramienta puede ser un material delgado y duradero resistente al agua que puede soportar el lijado y los productos químicos. En algunas realizaciones, el cuerpo 2 de la herramienta puede ser plástico, metal u otro material adecuado.

10 El cuerpo 2 de la herramienta puede tener un borde 3 de radio generalmente convexo, un borde 4 de radio generalmente cóncavo y un borde 5 de regla. En algunas realizaciones, el cuerpo 2 de la herramienta puede ser generalmente triangular, como se muestra. Por consiguiente, el borde 4 de radio cóncavo puede extenderse generalmente perpendicular desde el borde 3 del radio convexo en una esquina 7. El borde 5 de la regla puede extenderse desde el borde 4 de radio cóncavo en una esquina 8 y desde el borde 3 del radio convexo en la esquina 9. Las marcas 6 de regla pueden proporcionarse en el cuerpo 2 de la herramienta a lo largo del borde 5 de la regla. 15 Las marcas 6 de la regla pueden ser marcas milimétricas, marcas en centímetros, marcas en pulgadas o cualquier combinación de las mismas, por ejemplo y sin limitación.

20 En una aplicación de ejemplo, la herramienta 1 se puede usar para medir el tamaño y la ubicación de un área que se va a reparar en la superficie de una estructura compuesta (no mostrada). Por consiguiente, el radio de la superficie del área de reparación puede medirse para asegurar que la superficie del área de reparación tenga un radio que pueda acomodar una solución de reparación de material compuesto rápida. En el caso de que la superficie del área de reparación sea cóncava, el borde 3 del radio convexo se puede colocar contra la superficie del área de reparación. En el caso de que el borde 3 del radio convexo del cuerpo 2 de la herramienta haga contacto total con toda la superficie del área de reparación, o toque en un punto, el radio del área de reparación puede ser de un tamaño suficiente para permitir el uso de un parche de reparación compuesto rápido. Por otro lado, en el caso de que el borde 3 del radio convexo haga contacto con el área de reparación con una coincidencia exacta o la superficie de la estructura en dos 25 ubicaciones y exista un espacio entre el borde 3 del radio convexo y la superficie del área de reparación, el radio de la superficie del área de reparación puede ser insuficientemente pequeña para permitir el uso de un parche de reparación compuesto rápido para reparar el área de reparación.

30 En el caso de que la superficie del área de reparación sea convexa, el borde 4 de radio cóncavo puede colocar contra la superficie del área de reparación. En el caso de que el borde 4 de radio cóncavo del cuerpo 2 de la herramienta haga contacto completo, con toda la superficie del área de reparación, o toque dos puntos con un espacio, el radio del área de reparación puede ser de un tamaño suficiente para permitir el uso de un parche de reparación compuesto rápido. Por otra parte, en el caso de que el borde 4 de radio cóncavo haga contacto con la superficie del área de reparación en un solo punto a lo largo del borde 4 de radio cóncavo y la superficie del área de reparación, el radio de la superficie del área de reparación puede ser insuficientemente pequeño para permitir el uso de un parche de 35 reparación compuesto rápido para reparar el área de reparación (la superficie que se mide tiene un radio de curvatura más pequeño que la superficie de la herramienta).

40 En el caso de que el borde 3 de radio convexo coincida con la superficie del área de reparación cóncava o el borde 4 de radio cóncavo coincida con la superficie del área de reparación convexa, las marcas 6 de la regla en el borde 5 de la regla del cuerpo 2 de la herramienta se pueden usar para medir La ubicación y/o tamaño del área de reparación. Un parche de reparación compuesto rápido de tamaño adecuado puede seleccionarse y usarse para reparar el área de reparación de acuerdo con el conocimiento de los expertos en la técnica.

45 Con referencia a la FIG. 2, una realización ilustrativa alternativa de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto se indica generalmente con el numeral de referencia 1a. La herramienta 1a puede tener un diseño que es similar a la herramienta 1 que se describió anteriormente con respecto a la FIG. 1, excepto que la herramienta 1a puede tener una esquina 7a con muesca donde el borde 3 del radio convexo se encuentra con el borde 4 de radio cóncavo y una esquina 9a truncada donde el borde 3 del radio convexo se encuentra con el borde 5 de la regla. Por consiguiente, la herramienta 1a puede tener menos bordes o esquinas afilados que la herramienta 1 que se describió anteriormente con respecto a la FIG. 1.

50 Con referencia a las Figs. 3-13, una realización ilustrativa alternativa de la herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto se indica generalmente con el numeral de referencia 14. La herramienta 14 puede ser un material delgado y duradero resistente al agua que puede soportar lijado y productos químicos. En algunas realizaciones, los componentes del cuerpo 14 de la herramienta pueden ser de plástico, metal, papel reforzado u otro material adecuado. El cuerpo 14 de la herramienta puede incluir una plantilla 15 de alineación. La plantilla 15 de 55 alineación puede ser suficientemente delgada para facilitar el doblado de la plantilla 15 de alineación al contorno de la superficie de reparación a la que se aplica la plantilla 15 de alineación. Como se muestra en las Figs. 11 y 12, se pueden proporcionar múltiples marcas 16 de alineación en la plantilla 15 de alineación. En algunas realizaciones, las marcas 16 de alineación pueden ser puntos de color. En otras realizaciones, las marcas de alineación pueden ser cuadradas, triangulares y de forma ovalada. Una abertura 17 de dimensionamiento del daño puede extenderse a través de la plantilla 15 de alineación. Como se muestra en la FIG. 14, en algunas realizaciones, la abertura 17 de 60

dimensionamiento del daño puede tener un diámetro de aproximadamente 6,25 pulgadas. La plantilla 15 de alineación puede tener una longitud y un ancho de 12.0 pulgadas. Se pueden proporcionar ranuras curvas que representan el diámetro para un parche de cobertura con perímetro 18 en la plantilla 15 de alineación. Las ranuras en la plantilla permiten marcar la estructura en preparación para alinear el perímetro del parche de cobertura de forma concéntrica sobre el parche de reparación. En algunas realizaciones, el perímetro 18 del parche de cobertura puede incluir ranuras que se extienden a través del grosor de la plantilla 15 de alineación. El perímetro 18 del parche de cobertura puede corresponder en diámetro al diámetro de un parche de cobertura (no mostrado) que se utilizará para cubrir y sellar un área de parche de reparación más pequeña en una estructura compuesta, como se describirá más adelante.

Las dimensiones de ejemplo para la plantilla 15 de alineación de acuerdo con algunas realizaciones de la herramienta 14 se muestran en la FIG. 14. En algunas realizaciones, la plantilla 15 de alineación puede tener una longitud y un ancho de aproximadamente 12.0 pulgadas +/- 1.0 pulgada más o menos). La abertura 17 de dimensionamiento del daño de la plantilla 15 de alineación puede tener un diámetro aproximadamente igual a el tamaño del parche de reparación +0.25 pulgadas, para representar el área de reparación más un pequeño margen para quitar la capa final, como la pintura. La diferencia de distancia del diámetro entre la abertura 17 de dimensionamiento del daño y el perímetro 18 del parche de cobertura puede ser de aproximadamente 1,25 pulgadas (+/- 0,05 pulgadas). En otras realizaciones, las dimensiones de la plantilla 15 de alineación pueden ser mayores o menores que las mostradas en la FIG. 14 según la aplicación deseada de la herramienta 14.

Se pueden proporcionar múltiples hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño en la plantilla 15 de alineación. Las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden ser lo suficientemente delgadas para facilitar la flexión de las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño al contorno de la superficie de reparación en la que se aplica la plantilla 15 de alineación. Las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden ser desmontables de la plantilla 15 de alineación. En algunas realizaciones, las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden unirse a la plantilla 15 de alineación y entre sí en una unión de bisagra 19 y utilizando una cinta removible sensible a la presión para asegurar las hojas a la hoja de abajo, por ejemplo y sin limitación. Las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden separarse selectivamente de la plantilla 15 de alineación y entre sí a lo largo de la bisagra 19. Cada hoja 20a-20e de tamaño del daño puede ser generalmente cuadrada o rectangular. Una pestaña 21 de extracción de hoja puede extenderse desde cada hoja 20a-20e de tamaño del daño. Las aberturas 22 de inspección de alineación pueden extenderse a través de cada hoja 20a-20e de tamaño del daño. Las aberturas 22 de inspección de alineación pueden alinearse con las respectivas marcas 16 de alineación provistas en la plantilla 15 de alineación. Una abertura 23 de dimensionamiento del daño puede apilarse y extenderse con respecto a cada abertura 23 en cada hoja 20 de dimensionamiento del daño y diámetro 17 en la plantilla 15. Las aberturas 23 de dimensionamiento del daño pueden disponerse alineadas o registrando una relación entre sí y la abertura 17 de dimensionamiento del daño en la plantilla 15 de alineación. En algunas realizaciones, las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden ser de diferentes colores y el ancho o el diámetro de la abertura 23 de dimensionamiento del daño puede marcarse para que el personal pueda evaluar e informar fácilmente el tamaño del área de reparación en la que se aplica la herramienta 14. En algunas realizaciones, las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden disminuir progresivamente de tamaño desde la plantilla 15 de alineación hasta la quinta hoja 20e de tamaño del daño.

En algunas realizaciones, la herramienta 14 puede incluir una primera hoja 20a de tamaño del daño provista en la plantilla 15 de alineación; una segunda hoja 20b de tamaño del daño provista en la primera hoja 20a de tamaño del daño; una tercera hoja 20c de tamaño del daño provista en la segunda hoja 20b de tamaño del daño; una cuarta hoja 20d de tamaño del daño provista en la tercera hoja 20c de tamaño del daño; y una quinta hoja 20e de tamaño del daño provista en la cuarta hoja 20d de tamaño del daño. En otras realizaciones, la herramienta 14 puede incluir un número mayor o menor de hojas de dimensionamiento del daño. Las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden ser progresivamente más pequeñas en tamaño desde la primera hoja 20a de tamaño del daño a la quinta hoja 20e de tamaño del daño. La abertura 23 de dimensionamiento del daño de la primera hoja 20a de tamaño del daño puede ser más pequeña que la abertura 17 de diámetro (el área de parche de reparación más el margen) de la plantilla 15 de alineación, y las aberturas 23 de dimensionamiento del daño pueden ser progresivamente más pequeñas desde la primera hoja 20a de tamaño del daño a través de la quinta hoja 20e de tamaño del daño. En algunas realizaciones, cada hoja 20a-20e de tamaño del daño puede tener esquinas 24 truncadas para los fines que se describirán a continuación.

En una aplicación de ejemplo, la herramienta 14 se puede inspeccionar inicialmente para determinar si las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño están alineadas correctamente con la plantilla 15 de alineación. Por consiguiente, se puede hacer una inspección visual para determinar si las aberturas 22 de inspección de alineación en las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño están alineadas con las marcas 16 de alineación (FIG. 13) provistas en la plantilla 15 de alineación. En el caso de que las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño estén alineadas correctamente con la plantilla 15 de alineación, las aberturas 22 de inspección de alineación en las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño se registran con las respectivas marcas 16 de alineación en la plantilla 15 de alineación. Por lo tanto, la herramienta 14 se puede usar para ubicar, centrar daños y medir un área de reparación en una estructura compuesta. En el caso de que las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño no estén alineadas correctamente con la plantilla 15 de alineación, las aberturas 22 de inspección de alineación en las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño no se registren con las marcas 16 de alineación respectivas en la plantilla 15 de alineación y la herramienta 14 se pueden reemplazar antes de que se inicie la ubicación del área de reparación y el método de medición.

La plantilla 15 de alineación de la herramienta 14 puede colocarse a continuación contra la superficie del área de reparación (no mostrada) de una estructura compuesta. El área de reparación completa debe ser visible a través de la ubicación del parche más el margen 17 de la plantilla 15 de alineación y las aberturas 23 de dimensionamiento del daño de la respectiva hoja 20a-20e de tamaño del daño. En algunas aplicaciones, el área de reparación puede incluir un raspado lineal o una abolladura casi circular. En otras aplicaciones, el área de reparación puede incluir una forma geométrica irregular. El área dañada debe estar centrada dentro de la ubicación del parche expuesto más el margen 17, de modo que el área de reparación se encuentre a una distancia igual o uniforme del perímetro de la ubicación del parche más el margen 17.

En el caso de que toda el área de reparación no encaje dentro de la abertura 23 de tamaño de daño de la hoja 20 de tamaño de daño más alta (que corresponde a la quinta hoja 20e de tamaño de daño en la Figura 3), la quinta hoja 20e de tamaño de daño puede retirarse de la cuarta hoja 20d de tamaño del daño de manera que la primera hoja 20a de tamaño del daño a través de la cuarta hoja 20d de tamaño del daño permanezca en la plantilla 15 de alineación, como se muestra en la FIG. 8. En el caso de que toda el área de reparación no se ajuste dentro de la abertura 23 de dimensionamiento del daño de la cuarta hoja 20d de tamaño del daño, la cuarta hoja 20d de tamaño del daño puede retirarse de la tercera hoja 20c de tamaño del daño, como se muestra en la FIG. 9. Se puede llevar a cabo el mismo proceso con respecto a la tercera hoja 20c de dimensionamiento de daño, la segunda hoja 20b de dimensionamiento de daños y la primera hoja 20a de dimensionamiento de daños hasta que el área de reparación esté centrada en la abertura 23 de dimensionamiento del daño de una de las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño. La abertura 23 de dimensionamiento del daño de la primera hoja 20a de dimensionamiento del daño puede corresponder al tamaño máximo permisible de área de reparación para permitir el uso de una reparación rápida de material compuesto usando un parche de reparación. Las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño pueden retirarse de la plantilla 15 de alineación y entre sí agarrando y tirando de las pestañas 21 de extracción de hoja. Este proceso se documenta en la FIG. 16.

Una vez que el área de reparación se ajusta y se centra a través de la abertura 23 de dimensionamiento del daño de una de las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño, la plantilla 15 de alineación se puede asegurar a la superficie del área de reparación en la estructura compuesta usando cinta (no mostrada) u otra técnica de fijación adecuada. Como se muestra en los dibujos, debido a las esquinas 24 truncadas en las hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño, las esquinas 15a de la plantilla, de la plantilla 15 de alineación pueden permanecer expuestas para facilitar el encintado de las esquinas de la plantilla 15 de alineación en la superficie de reparación. Después de que la plantilla 15 de alineación se asegure a la superficie de reparación, la hoja u hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño restante se pueden separar de la plantilla 15 de alineación. La plantilla 15 de alineación se puede asegurar aún más a lo largo de su perímetro a la superficie de reparación utilizando una cinta adicional (no mostrada). En otra realización de la plantilla 14 de alineación, las hojas 20 de tamaño del daño pueden estar rebajadas y ligeramente más pequeñas que la plantilla 15 de alineación en al menos un borde, lo que permite asegurar la cinta y la posterior eliminación de la hoja de daño.

Una vez que la plantilla 15 de alineación se asegura a la superficie de reparación y la hoja u hojas 20a-20e de dimensionamiento del daño restante se separan de la plantilla 15 de alineación, el área de reparación puede permanecer expuesta a través de la abertura 17 de dimensionamiento de daño de la plantilla 15 de alineación y puede corresponder al área de aplicación de eliminación de pintura y adhesivo para la aplicación de un parche de reparación compuesto rápido (no se muestra). El perímetro 18 del parche de cobertura en la plantilla 15 de alineación puede indicar el área cubierta por el parche de la cubierta. En algunas realizaciones, el perímetro 18 del parche de cobertura puede incluir ranuras que se extienden a través de la plantilla 15 de alineación y se puede usar un bolígrafo o guía de marcador para dibujar una línea en la superficie de reparación. La plantilla 15 de alineación puede retirarse temporalmente de la superficie de reparación. La línea que se hizo usando el bolígrafo o marcador puede permanecer en la superficie de reparación y corresponde al perímetro 18 de parche de cobertura en la plantilla 15 de alineación, que sirve como una línea de guía para aplicar el parche de cobertura al área de reparación. La pintura se puede quitar de la superficie de reparación lijando la superficie de reparación dentro de los límites del círculo marcado o dibujado en la superficie de reparación.

La plantilla 15 de alineación se puede volver a aplicar a la superficie de reparación y usarse como plantilla para la aplicación de un adhesivo al área de reparación. La línea marcada en la superficie de reparación puede facilitar la realineación de la plantilla 15 de alineación con el área de reparación en la superficie de reparación. Luego se puede aplicar un adhesivo (no se muestra) a la superficie de reparación lijada dentro del diámetro de la abertura 17 de dimensionamiento del daño de la plantilla 15 de alineación, después de lo cual el parche de la cubierta se puede unir a la superficie usando el adhesivo y el adhesivo se puede curar utilizando técnicas de curado que son bien conocidas por los expertos en la técnica.

Con referencia a la FIG. 15, se muestra un diagrama 1500 de flujo de una realización ilustrativa de un método de reparación compuesto rápido. En el bloque 1502, se puede proporcionar una herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta y un borde de radio convexo, un borde de radio cóncavo y un borde de regla con marcas de regla en el cuerpo de la herramienta. En el bloque 1504, el borde de radio convexo o el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta se pueden colocar contra una superficie de reparación cóncava o una superficie de reparación convexa, respectivamente. En el bloque 1506, el proceso de reparación puede continuar si la superficie de reparación cóncava coincide con el contorno del borde de radio convexo

o la superficie de reparación convexa coincide con el contorno del borde de radio cóncavo, respectivamente, del cuerpo de la herramienta. En el bloque 1508, el proceso de reparación puede interrumpirse si la superficie de reparación es más pequeña que el borde de radio convexo o el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta. En el bloque 1510, el área de reparación puede ser lijada. En el bloque 1512, se puede aplicar un adhesivo al área de reparación. En el bloque 1514, se puede aplicar un parche de reparación al adhesivo. En el bloque 1516, el adhesivo puede ser curado.

Con referencia a la FIG. 16, se muestra un diagrama 1600 de flujo, una realización ilustrativa alternativa de un método de reparación compuesto rápido. En el bloque 1602, se puede proporcionar una herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto que tiene una plantilla de alineación con una abertura de dimensionamiento del daño y hojas de dimensionamiento del daño en la plantilla de alineación. Las hojas de dimensionamiento del daño pueden tener aberturas de dimensionamiento del daño progresivamente más pequeñas. En el bloque 1604, se puede verificar la alineación de las hojas de dimensionamiento del daño con la plantilla de alineación. En el bloque 1606, la plantilla de alineación se puede colocar contra una superficie de reparación. En el bloque 1608, se puede observar un área de reparación en la superficie de reparación a través de las aberturas del tamaño del daño. En el bloque 1610, el daño se centra en la apertura de las hojas de dimensionamiento del daño y se pregunta si el área de reparación está centrada dentro de la abertura de dimensionamiento del daño de la hoja de dimensionamiento del daño. Si la respuesta es sí, entonces continúe con el bloque 1612. Si la respuesta es no, entonces continúe con el bloque 1611 para hacer la pregunta "¿la hoja de dimensionamiento del daño es la hoja más grande o el tamaño máximo permitido para el daño? Si la respuesta es sí, entonces continúe con la caja 1615 y parada (ya que no se permite un daño tan grande). Si la respuesta a 1611 es no, entonces proceda al bloque 1613 para eliminar la hoja de dimensionamiento del daño actual y exponer la siguiente hoja que tenga una abertura de dimensionamiento del daño mayor, luego vaya al bloque 1608. En el bloque 1612, la plantilla de alineación se puede asegurar a la superficie de reparación. En el bloque 1614, las hojas de dimensionamiento del daño restantes pueden eliminarse de la plantilla de alineación. En el bloque 1616, el área de reparación puede ser lijada. En algunas realizaciones, un perímetro de parche de falla puede ser provisto en la plantilla de alineación, la superficie de reparación se puede marcar usando el perímetro del parche de la cubierta y la plantilla de alineación se puede quitar de la superficie de reparación antes de lijar el área de reparación. En el bloque 1618, la plantilla de alineación se puede reemplazar en la superficie de reparación y se puede aplicar un adhesivo al área de reparación utilizando la plantilla de alineación como plantilla. En el bloque 1620, se puede aplicar un parche de reparación al adhesivo. En el bloque 1622, el adhesivo puede ser curado.

Con referencia a las figs. 17 y 18, las realizaciones de la divulgación se pueden usar en el contexto de un método 78 de fabricación y servicio de aeronave como se muestra en la FIG. 17 y una aeronave 94 como se muestra en la FIG. 18. Durante la preproducción, el método 78 de ejemplo puede incluir la especificación y el diseño 80 de la aeronave 94 y la adquisición 82 de material. Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación 84 de componentes y subensamblajes y la integración 86 del sistema de la aeronave 94. Posteriormente, la aeronave 94 puede pasar por la certificación y la entrega 88 para ser puesta en servicio 90. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 94 puede programarse para el mantenimiento y servicio 92 de rutina (que también puede incluir modificaciones, reconfiguraciones, reformas, y etc.).

Cada uno de los procesos del método 78 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

Como se muestra en la FIG. 18, la aeronave 94 producida por el método 78 de ejemplo puede incluir una estructura 98 de avión con una pluralidad de sistemas 96 y un interior 100. Ejemplos de sistemas 96 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 102 de propulsión, un sistema 104 eléctrico, un sistema 106 hidráulico, y un sistema 108 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, como la industria automotriz.

El aparato representado en el presente documento puede emplearse durante una o más de las etapas de la producción y el método 78 de servicio. Por ejemplo, los componentes o subensamblajes correspondientes al proceso 84 de producción pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subensamblajes producidos mientras la aeronave 94 está en servicio. También se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos durante las etapas 84 y 86 de producción, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje de o reduciendo el coste de una aeronave 94. De manera similar, una o más realizaciones de aparatos pueden utilizarse mientras la aeronave 94 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 92.

Aunque las realizaciones de esta divulgación se han descrito con respecto a ciertas realizaciones de ejemplo, debe entenderse que las realizaciones específicas son con fines ilustrativos y no limitativos, ya que se producirán otras variaciones para los expertos en la técnica.

También se divulga una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto, que comprende un cuerpo de herramienta, un borde de radio convexo en el cuerpo de la herramienta y un borde de radio cóncavo en el cuerpo de la herramienta.

## ES 2 709 999 T3

La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además un borde de la regla en el cuerpo de la herramienta y una pluralidad de marcas de regla en el cuerpo de la herramienta a lo largo del borde de la regla.

El cuerpo de la herramienta puede ser generalmente triangular.

5 La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además una esquina que une el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo.

La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además una esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla.

La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además una esquina que une el borde de la regla y el borde convexo del radio.

10 La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además una primera esquina que une el borde de radio convexo y al borde de radio cóncavo, una segunda esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla y una tercera esquina que une el borde de la regla y el borde de radio convexo.

15 La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además una esquina con muescas que une el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo y una esquina truncada que une el borde de la regla y el borde de radio convexo.

20 También se divulga una herramienta de reparación de material compuesto, que comprende una plantilla de alineación que tiene una abertura de dimensionamiento del daño, una pluralidad de hojas de dimensionamiento del daño portadas por la plantilla de alineación y tiene una pluralidad de aberturas de tamaño del daño concéntricas, respectivamente, que se registran con la abertura de dimensionamiento del daño de la plantilla de alineación, y las aberturas de tamaño del daño disminuyen progresivamente en diámetro desde la plantilla de alineación a través de la pluralidad de hojas de dimensionamiento del daño, respectivamente.

La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además al menos una marca de alineación en la plantilla de alineación y al menos una abertura de inspección de alineación en cada una de la pluralidad de hojas de tamaño de daños y el registro con la marca de alineación.

25 La al menos una marca de alineación puede comprender al menos un punto de color.

La herramienta de reparación de material compuesto puede comprender además una pluralidad de lengüetas de extracción de hojas en la pluralidad de hojas de tamaño de daños, respectivamente.

Las hojas de dimensionamiento del daño pueden disminuir progresivamente en tamaño desde la plantilla de alineación.

Al menos una de las hojas de dimensionamiento del daño puede tener esquinas truncadas.

30 Las hojas de dimensionamiento del daño pueden estar rebajadas y ser más pequeñas que la plantilla de alineación en más de un borde, lo que permite que la plantilla de alineación se asegure a la estructura mientras permite que las hojas de daño se eliminen posteriormente.

35 Las hojas de dimensionamiento del daño se pueden mover temporalmente fuera del sistema, pero se dejan unidas en la superficie de reparación durante al menos un evento seleccionado del grupo que consiste en lijado, aplicación de adhesivo y curado.

La abertura de dimensionamiento del daño en la hoja de dimensionamiento del daño inferior puede definir un tamaño del daño máximo permisible.

40 También se divulga un método de reparación compuesto, que comprende proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta con un borde de radio convexo y un borde de radio cóncavo, colocando uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de herramienta contra una superficie de reparación, e iniciar un proceso de reparación si un contorno de la superficie de reparación coincide con uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta.

El inicio de un proceso de reparación puede comprender lijar el área de reparación, aplicar un adhesivo al área de reparación, aplicar un parche de reparación al adhesivo y curar el adhesivo.

45 Proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta puede comprender proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta con un borde de la regla y marcas de regla a lo largo del borde de la regla, y que además comprende medir al menos uno de una ubicación y un tamaño del área de reparación utilizando las marcas de la regla.

50 Proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta puede comprender proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo



de herramienta que comprende una esquina con muescas entre el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo y una esquina truncada entre el borde de la regla y el borde de radio convexo.

Colocar uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta contra una superficie de reparación puede comprender colocar el borde de radio convexo contra la superficie de reparación.

- 5 Colocar uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta contra una superficie de reparación puede comprender colocar el borde de radio cóncavo contra la superficie de reparación.

- 10 También se divulga un método de reparación compuesto, que comprende proporcionar una herramienta de plantilla de reparación rápida de material compuesto que tiene una plantilla de alineación con una abertura de dimensionamiento del daño y hojas de dimensionamiento del daño en la placa de alineación con aberturas de tamaño del daño progresivamente más pequeñas alineadas con la abertura de dimensionamiento del daño de la plantilla de alineación, colocando la plantilla de alineación contra una superficie de reparación, retirando progresivamente las hojas de dimensionamiento del daño de la plantilla de alineación hasta que un área de daño en la superficie de reparación se encuentre dentro y centrada sobre la abertura del tamaño del daño de al menos una de las hojas de dimensionamiento del daño, y reparación del área de reparación.

- 15 El método puede comprender además el paso de asegurar la plantilla de alineación contra una superficie de reparación.

- 20 También se divulga un método de reparación compuesto, que comprende proporcionar una herramienta de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo de herramienta con un borde de radio convexo y un borde de radio cóncavo, colocando uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de herramienta contra una superficie de reparación, e iniciar un proceso de reparación si un contorno de la superficie de reparación tiene un radio mayor que uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta.

**REIVINDICACIONES**

1. Una herramienta (1) de plantilla de reparación de material compuesto para ubicar y medir un área de reparación en una estructura compuesta para la reparación de la estructura compuesta, caracterizada porque comprende:
- un cuerpo (2) de herramienta generalmente triangular;
- 5 un borde (3) de radio convexo en el cuerpo (2) de la herramienta;
- un borde (4) de radio cóncavo en el cuerpo de la herramienta;
- un borde (5) de la regla en el cuerpo (2) de la herramienta y una pluralidad de marcas (6) de la regla en el cuerpo de la herramienta a lo largo del borde (5) de la regla; y
- 10 una primera esquina que une el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo, una segunda esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla y una tercera esquina que une el borde de la regla y el borde de radio convexo.
2. La herramienta (1) de reparación de material compuesto de la reivindicación 1, que comprende además una esquina con muescas que une el borde (3) de radio convexo y el borde (4) de radio cóncavo y una esquina truncada que une el borde (5) de la regla y el borde (3) de radio convexo.
- 15 3. Un método (1) de reparación compuesto para ubicar y medir un área de reparación en una estructura compuesta para la reparación de la estructura compuesta, caracterizado porque comprende:
- proporcionar una herramienta (1) de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo (2) de herramienta generalmente triangular; un borde (3) de radio convexo en el cuerpo (2) de la herramienta; y un borde (4) de radio cóncavo en el cuerpo de la herramienta; un borde (5) de la regla en el cuerpo (2) de la herramienta y una pluralidad de marcas (6) de la regla en el cuerpo de la herramienta a lo largo del borde (5) de la regla; y una primera esquina que une el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo, una segunda esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla y una tercera esquina que une el borde de la regla y el borde de radio convexo;
- 20 colocar uno del borde (2) de radio convexo y el borde (3) de radio cóncavo del cuerpo (2) de la herramienta contra una superficie de reparación; y
- 25 iniciar un proceso de reparación si un contorno de la superficie de reparación coincide con uno de los bordes (2) de radio convexo y el borde (3) de radio cóncavo del cuerpo (2) de la herramienta.
4. El método de la reivindicación 3, donde iniciar un proceso de reparación comprende lijar el área de reparación, aplicar un adhesivo al área de reparación, aplicar un parche de reparación al adhesivo y curar el adhesivo.
- 30 5. El método de la reivindicación 3, que además comprende medir al menos una de una ubicación y un tamaño del área de reparación utilizando las marcas (6) de la regla.
6. El método de la reivindicación 5, donde proporcionar una herramienta (1) de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo (2) de herramienta comprende proporcionar una herramienta (1) de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo (2) de herramienta que comprende una esquina con muescas entre el borde (3) de radio convexo y el borde (4) del radio cóncavo y una esquina truncada entre el borde (5) de la regla y el borde (3) del radio convexo.
- 35 7. El método de la reivindicación 3, donde colocar uno de los bordes de radio convexo y el borde de radio cóncavo del cuerpo de la herramienta contra una superficie de reparación comprende colocar el borde de radio convexo contra la superficie de reparación.
8. El método de la reivindicación 3, donde colocar uno del borde (3) de radio convexo y el borde (4) de radio cóncavo del cuerpo (2) de la herramienta contra una superficie de reparación comprende colocar el borde (4) de radio cóncavo contra la superficie de reparación.
- 40 9. Un método de reparación compuesto, caracterizado porque comprende:
- proporcionar una herramienta (1) de plantilla de reparación de material compuesto que tiene un cuerpo (2) de herramienta generalmente triangular; un borde (3) de radio convexo en el cuerpo (2) de la herramienta; y un borde (4) de radio cóncavo en el cuerpo de la herramienta; un borde (5) de la regla en el cuerpo (2) de la herramienta y una pluralidad de marcas (6) de la regla en el cuerpo de la herramienta a lo largo del borde (5) de la regla; y una primera esquina que une el borde de radio convexo y el borde de radio cóncavo, una segunda esquina que une el borde de radio cóncavo y el borde de la regla y una tercera esquina que une el borde de la regla y el borde de radio convexo;
- 45 colocar uno del borde (3) de radio convexo y el borde (4) de radio cóncavo del cuerpo (2) de la herramienta contra una superficie de reparación; y
- 50

iniciar un proceso de reparación si un contorno de la superficie de reparación tiene un radio mayor que uno del borde (3) del radio convexo y el borde (4) del radio cóncavo del cuerpo (2) de la herramienta.

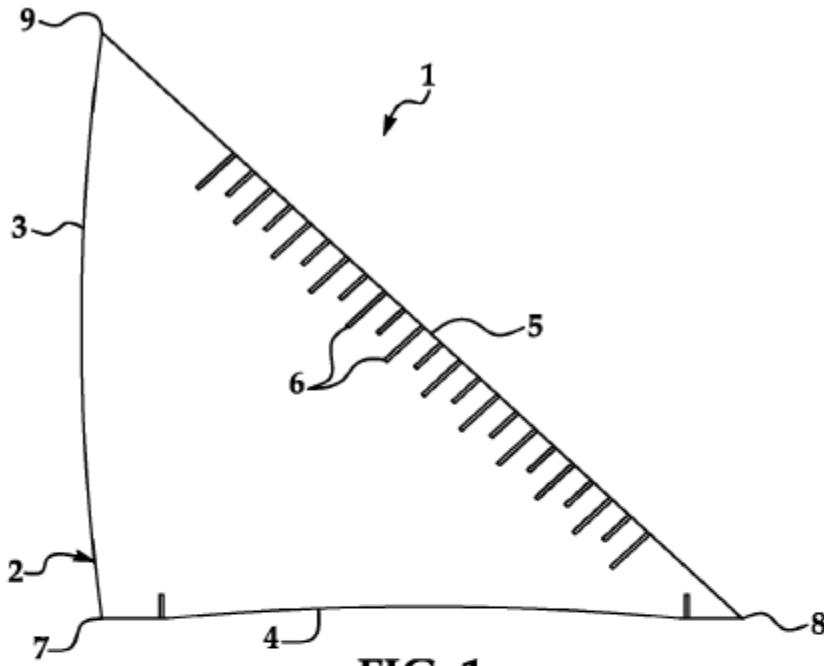


FIG. 1

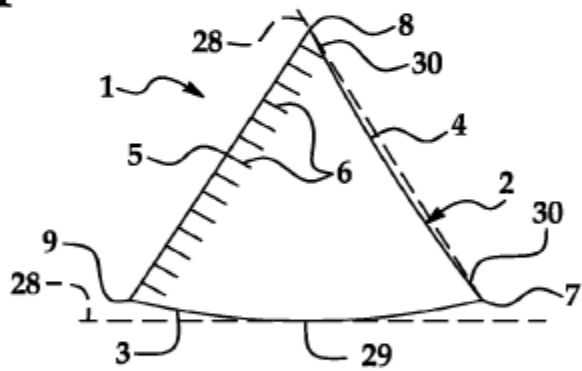


FIG. 1A

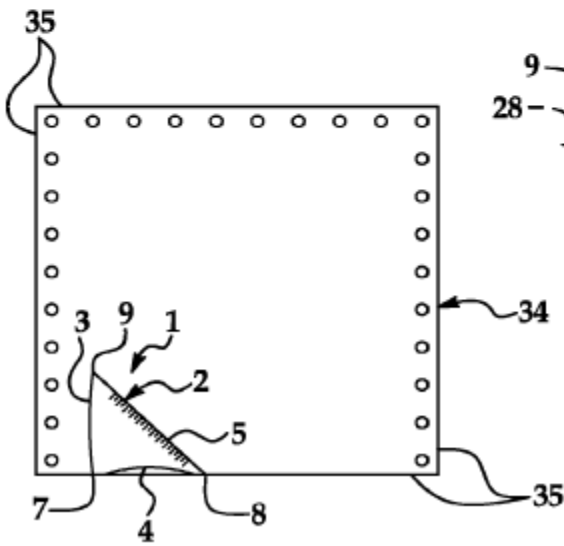


FIG. 1B

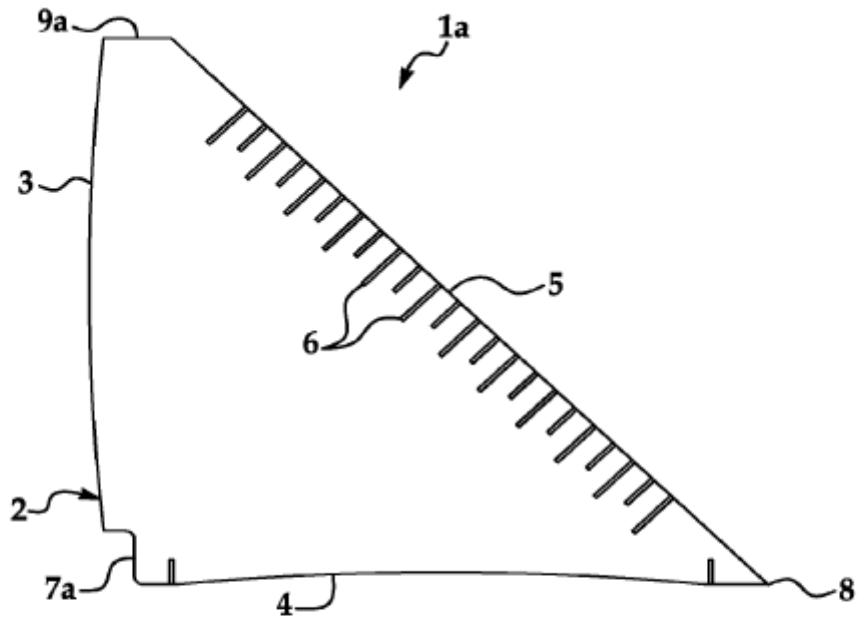


FIG. 2

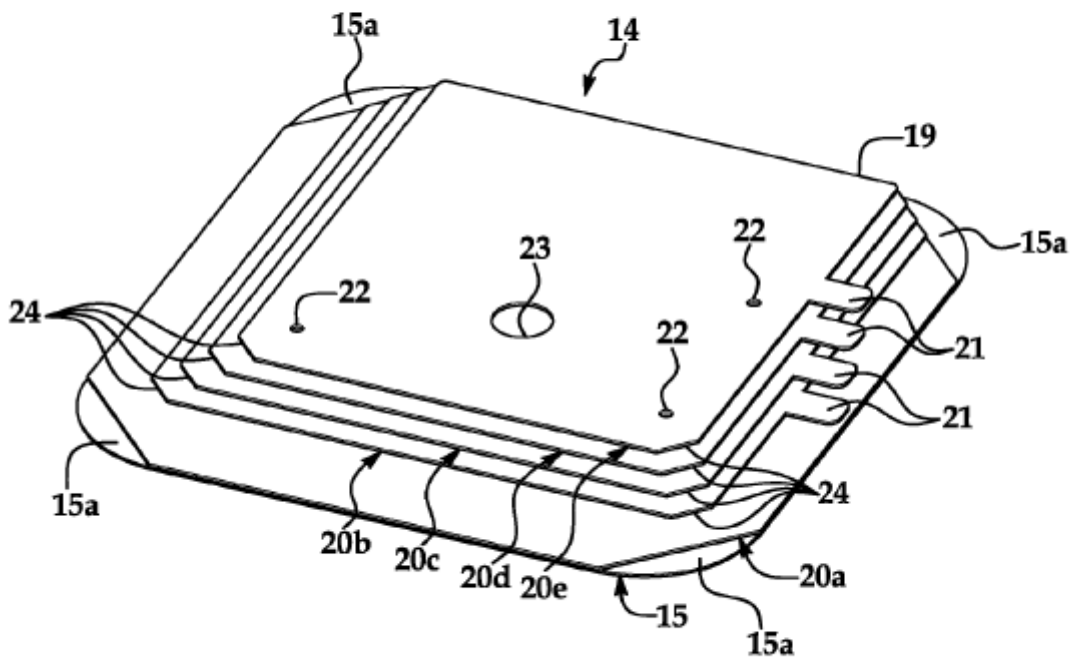


FIG. 3

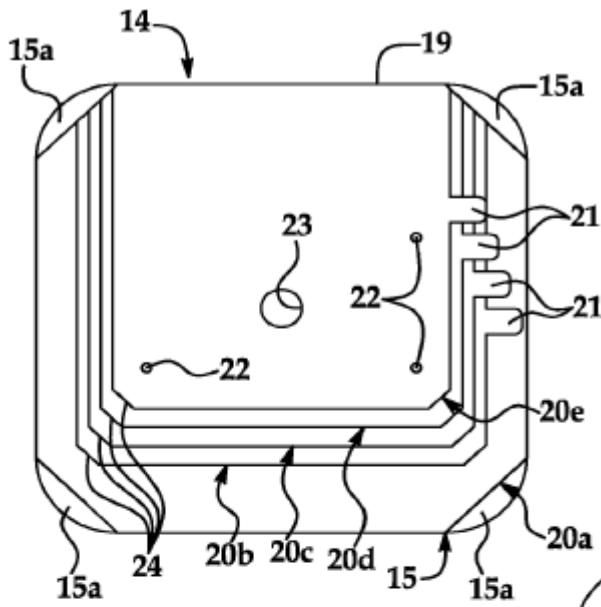


FIG. 4

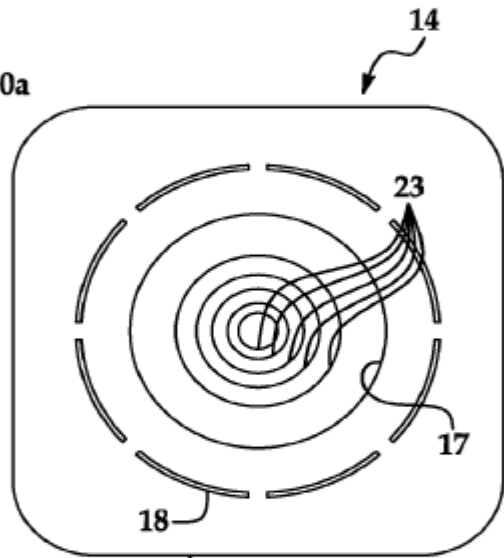


FIG. 5

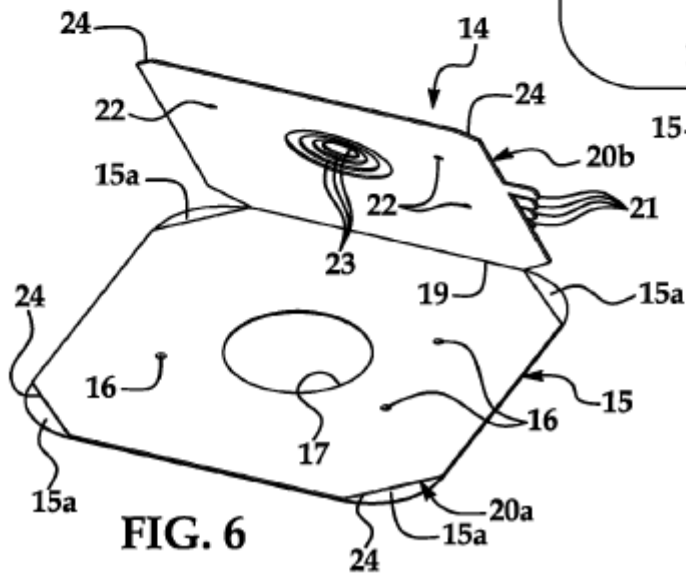


FIG. 6

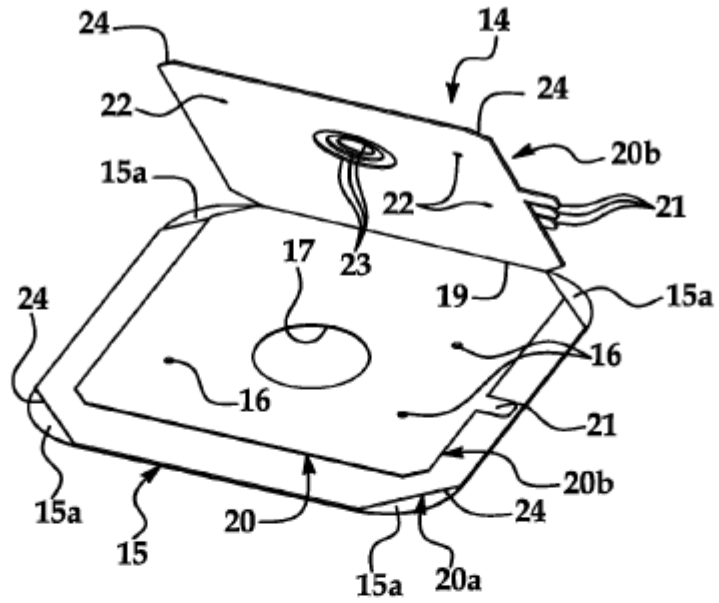


FIG. 7

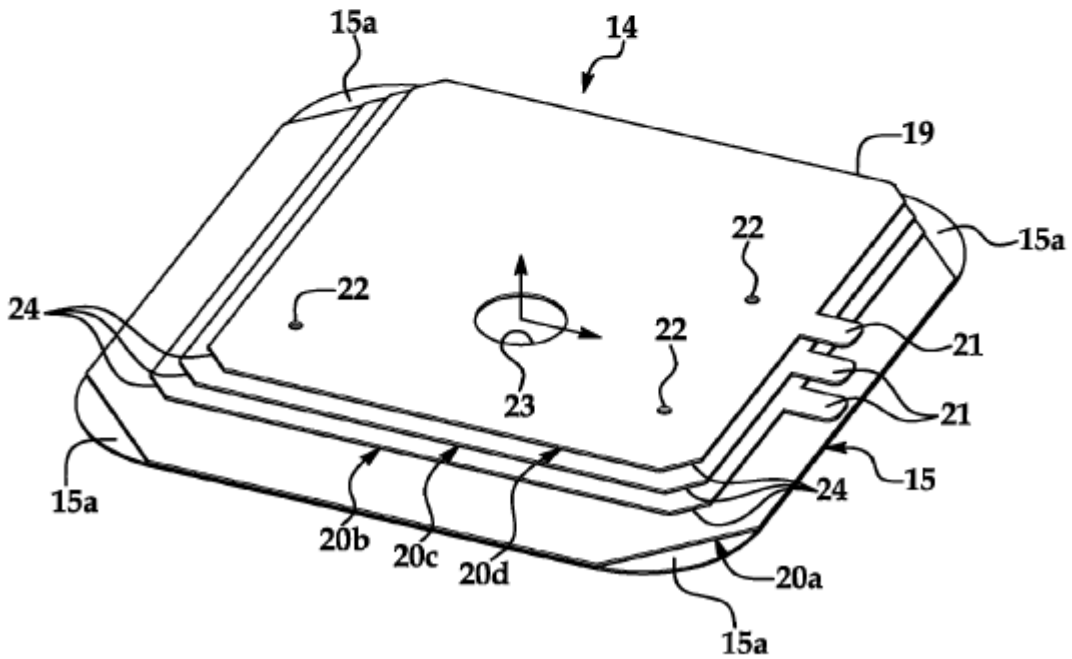


FIG. 8

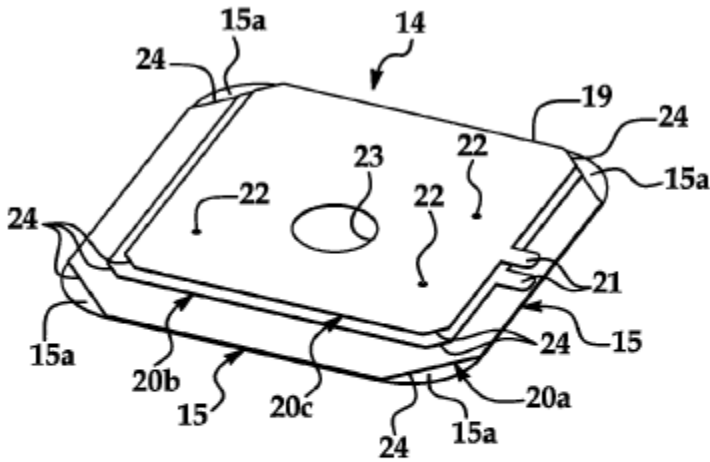


FIG. 9

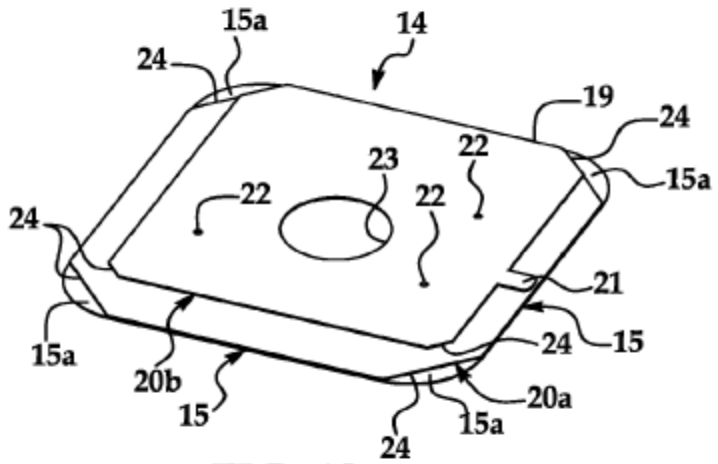


FIG. 10

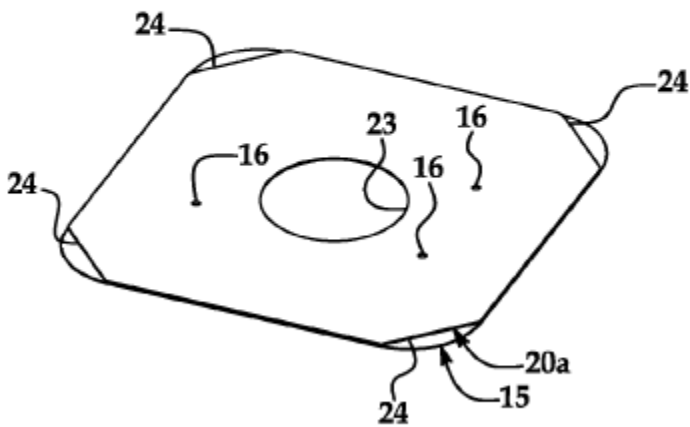
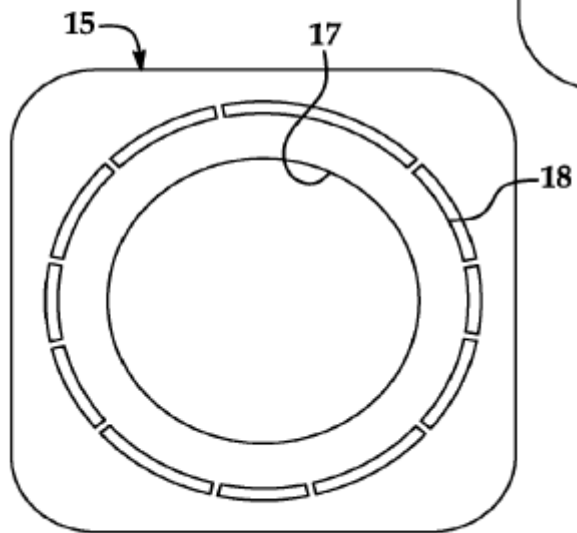
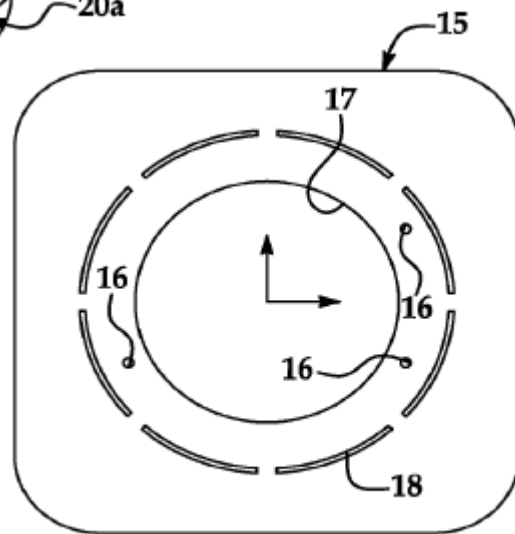
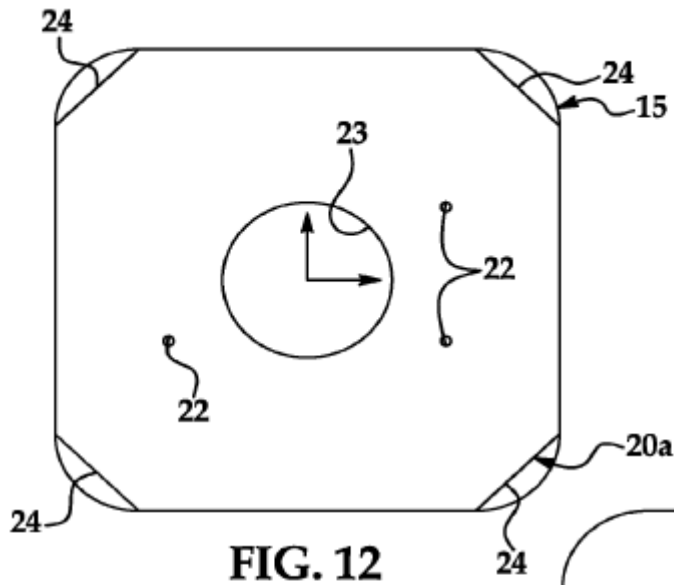


FIG. 11





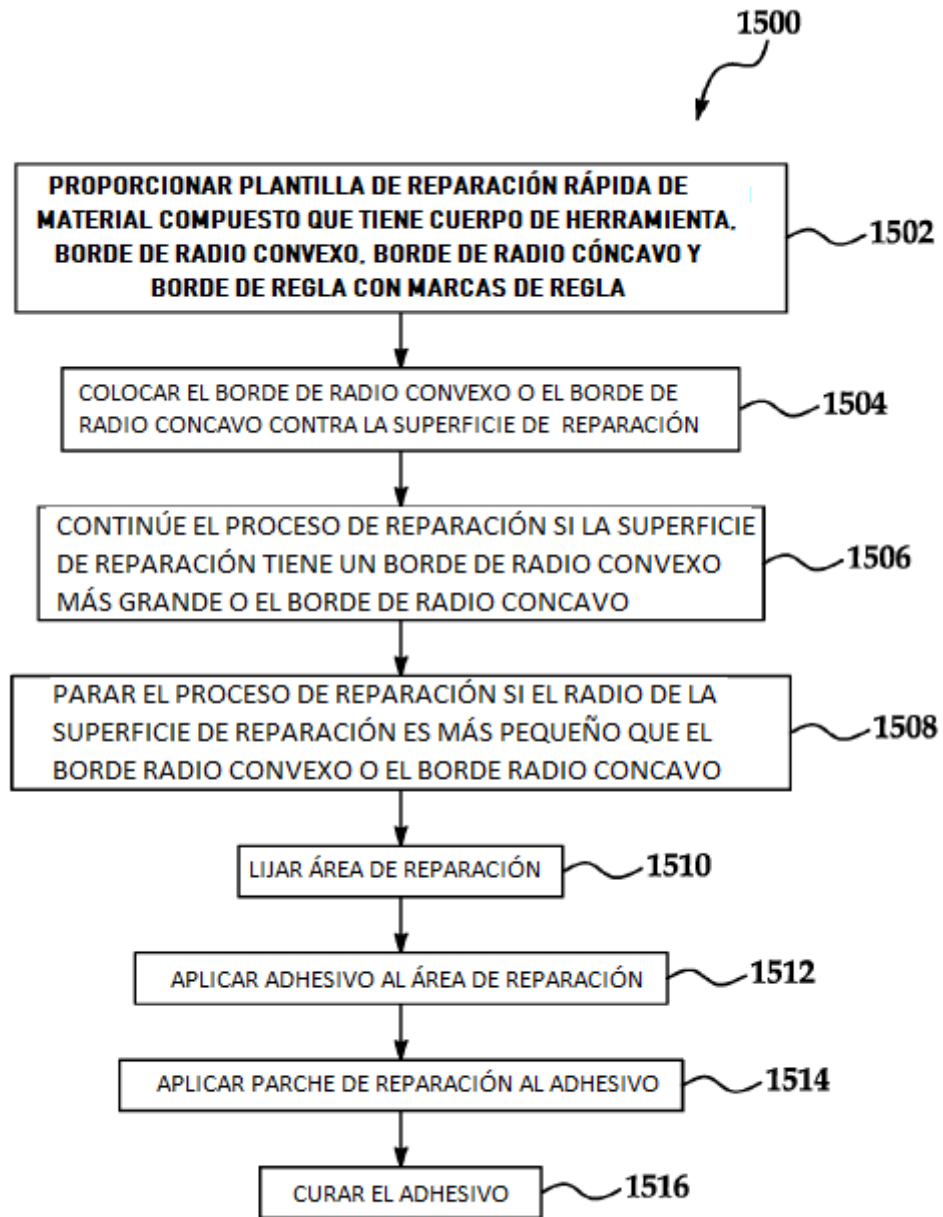


FIG. 15

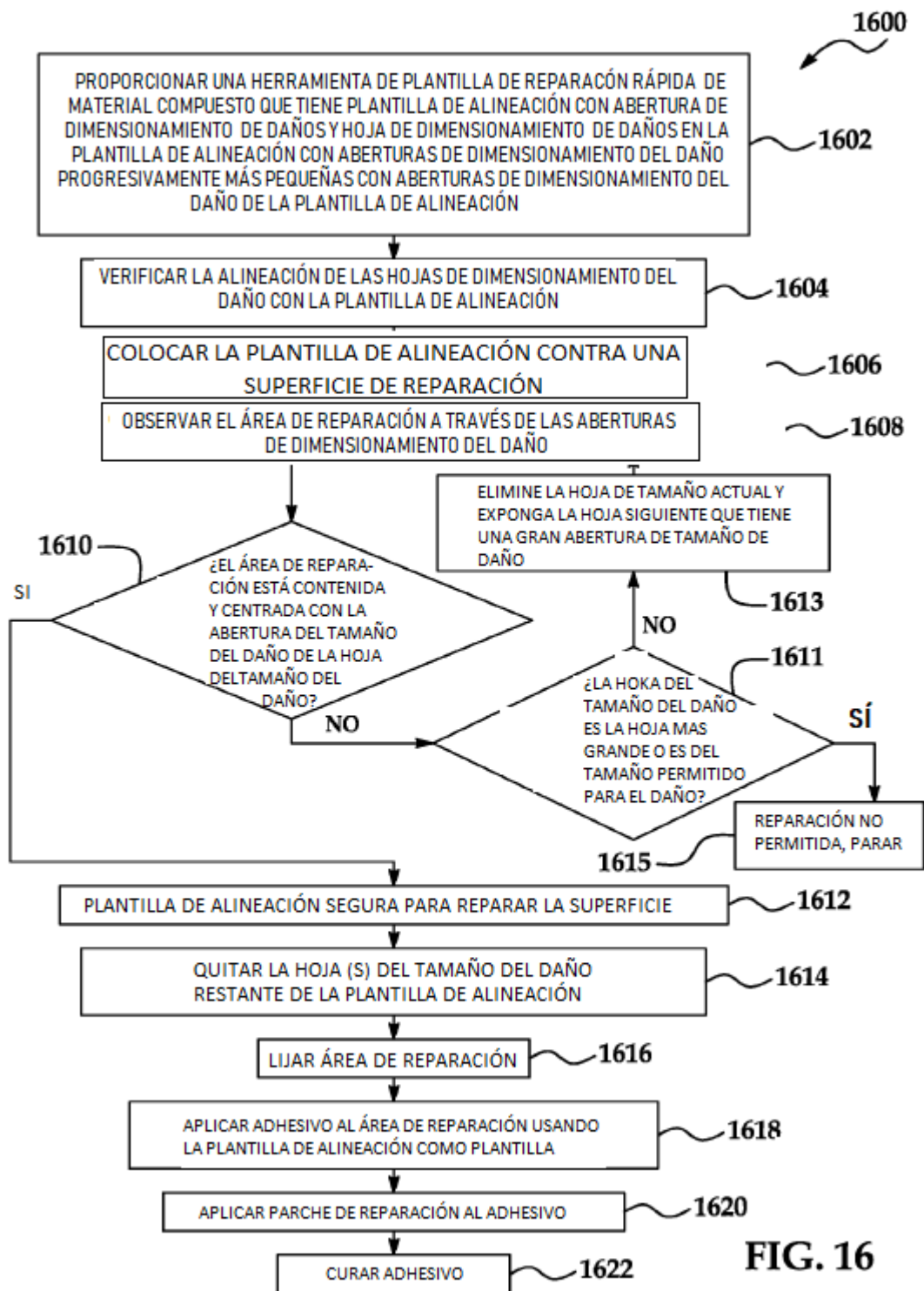


FIG. 16

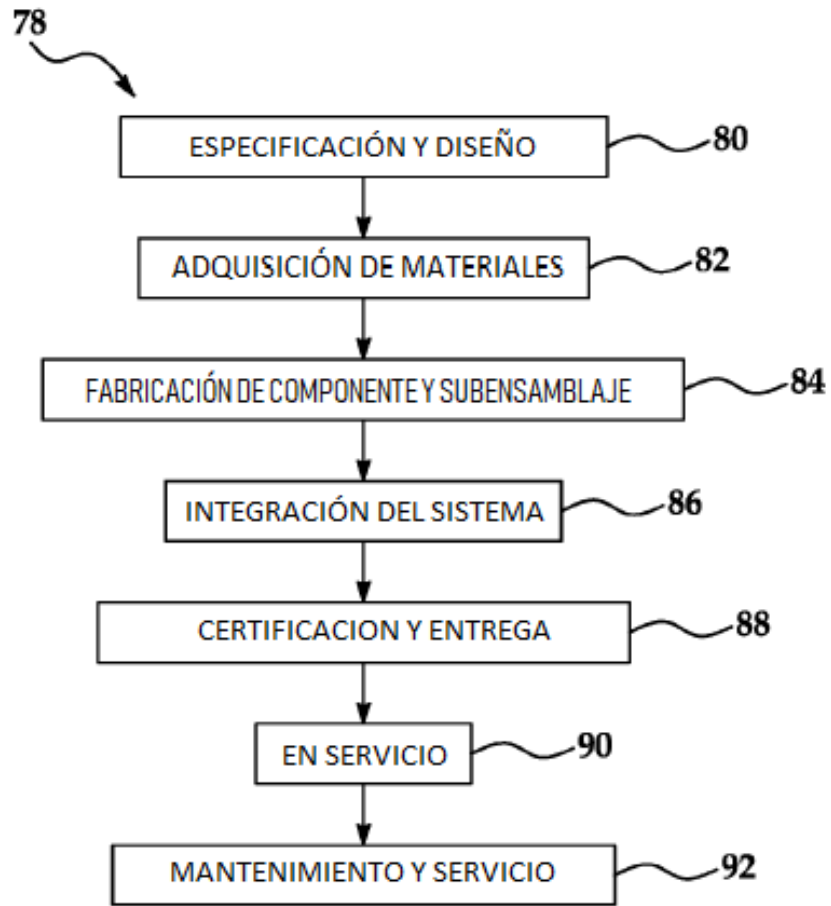


FIG. 17

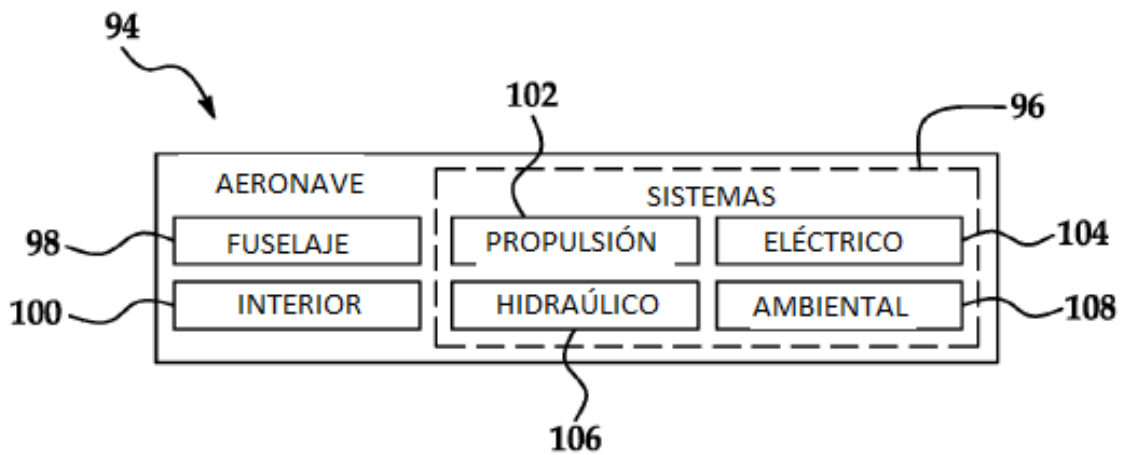


FIG. 18