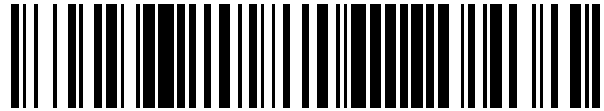


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 187**

51 Int. Cl.:

**C09J 7/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2008 PCT/US2008/073869**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2009 WO09026442**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2008 E 08798374 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2183330**

54 Título: **Películas adhesivas estructurales incrustadas en un cañamazo conductor**

30 Prioridad:

**23.08.2007 US 844174**

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

**24.02.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ACKERMAN, PATRICE K.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 603 187 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

Películas adhesivas estructurales incrustadas en un cañamazo conductor

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a sistemas y métodos para el uso de adhesivos estructurales y, más específicamente, a sistemas y métodos para el uso de películas adhesivas estructurales en la reparación de componentes de plástico reforzados con fibra de carbono (CFRP).

10

**Antecedentes**

Las aeronaves, tales como aviones de pasajeros comerciales, típicamente experimentan algunos impactos de rayos durante su vida útil. En algunos casos, una aeronave puede ser alcanzada por un rayo con tanta frecuencia como dos veces al año. Los componentes metálicos en una aeronave pueden conducir fuera la energía eléctrica producida por la caída de rayos, disminuyendo así la fuerza de las descargas electromagnéticas y reducir al mínimo cualquier efecto indeseable resultante. Sin embargo, los componentes reforzados con fibra de carbono, tales como los componentes de plástico reforzados con fibra de carbono (CFRP), son generalmente más susceptibles a los efectos indeseables, ya que generalmente no son eléctricamente conductores. Como resultado, la energía eléctrica a partir de rayos puede quedar concentrada en un área pequeña, creando así la formación de arcos eléctricos y energía térmica dentro de los componentes reforzados con fibra de carbono. Por otra parte, como las descargas eléctricas de los rayos generalmente buscan la trayectoria de menor resistencia a tierra, la corriente eléctrica puede "moverse" a través de los componentes reforzados con fibra de carbono.

15

20

25

En consecuencia, los componentes reforzados con fibra de carbono de una aeronave pueden estar provistos de características de descarga eléctrica, (por ejemplo, tiras de hoja metálica externas conectados a sujetadores metálicos) para disipar de manera segura la descarga eléctrica sobre un área grande. Alternativamente, los componentes reforzados con fibra de carbono en una aeronave pueden estar cubiertos con mallas conductoras (por ejemplo, malla de aluminio o malla de cobre), para formar trayectorias conductoras a lo largo del exterior de la aeronave. Estas trayectorias conductoras forman lo que se conoce como un escudo de campo electromagnético (EMF) para los componentes reforzados con fibra de carbono. En otros casos, una malla conductora puede incorporarse en las capas de laminado que conforman un componente reforzado con fibra de carbono. Las discontinuidades en el escudo EMF pueden ser indeseables.

30

35

Por lo tanto, nuevos sistemas y métodos que restauren la conductividad de capas reforzadas con fibra de carbono como parte de una reparación estructural, o que restauren el escudo de EMF del componente reforzado con fibra de carbono a su estado original o cerca de su capacidad conductora original, tendrían utilidad.

40

El documento WO-A2-2008/005782 se refiere a una cinta adhesiva electroconductoras que tiene diferentes valores de adhesión en ambas superficies de la misma. También se describe un método para producirla. La cinta adhesiva tiene diferentes valores de adhesión en ambas superficies de la misma, elasticidad y electroconductividad a lo largo de la dirección longitudinal, así como en la dirección transversal. Por lo tanto, la cinta adhesiva se puede utilizar en componentes electrónicos, como una cinta de blindaje de onda electromagnética que permite un fácil montaje/desmontaje.

45

El documento WO-A2-2006/023860 se refiere a composiciones térmicamente conductoras que contienen partículas de relleno de nitrato de boro esféricas que tienen una relación de aspecto promedio de menos de 2,0 en una matriz polimérica.

50

El documento US-A1-2005/0242471 se refiere a procedimientos para la formación de artículos conformados, en particular, placas bipolares para pilas de combustible, que comprende la extrusión de un material compuesto que comprende un polímero y al menos un aditivo, y la conformación del compuesto para formar un artículo que tiene una forma deseada.

55

El documento US-A1-2004/0118579 se refiere a un artículo disipador de calor flexible que comprende una base que comprende un polímero y una pluralidad de salientes poliméricos que se extienden lejos de la base, teniendo cada saliente una dimensión mayor y una dimensión menor. La base comprende partículas térmicamente conductoras, y los salientes comprenden partículas térmicamente conductoras no esféricas sustancialmente alineadas en la dirección de la dimensión mayor dentro de los salientes.

60

El documento JP-A-2004/087824 se refiere a un condensador eléctrico de doble capa que tiene varias capas para cada electrodo, que comprende carbón activado, laminado secuencialmente, con un material conductor interpuesto entre las capas.

65

El documento EP-A1-0.583.062 se refiere a fibras de carbono de vapor crecido grafitado capaces de formar materiales compuestos que tienen las fibras de carbono de vapor crecido grafitado contenidas en una alta densidad

de empaquetado y que forman elementos moldeados que consisten sustancialmente únicamente en las fibras de carbono de vapor crecido grafitado.

**Sumario**

5 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para usar una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor tal como se indica en la reivindicación 1.

10 Las características, funciones y ventajas que se han descrito anteriormente o se describirán a continuación se pueden conseguir independientemente en varias realizaciones, o se pueden combinar en otras realizaciones, en las que más detalles se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y a los dibujos.

**Breve descripción de los dibujos**

15 Las realizaciones de sistemas y métodos de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación se describen en detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

La figura 1 es un diagrama de flujo de un método de fabricación de aeronaves y de servicio;  
 La figura 2 es un diagrama de bloques de una aeronave producida de acuerdo con el método de fabricación y servicio descrito en la figura 1;  
 20 La figura 3 es una vista isométrica que ilustra películas adhesivas estructurales que incluyen cañamazos eléctricamente conductores de acuerdo con una realización de la presente divulgación;  
 Las figuras 4a y 4b son vistas laterales de técnicas de envoltura de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3;  
 25 Las figuras 5a y 5b son vistas laterales de técnicas de envoltura de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto cubiertos con mallas utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3;  
 Las figuras 6a y 6b son vistas laterales de técnicas de etapa de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto utilizando una película adhesiva estructural de ejemplo descrita en la figura 3;  
 30 Las figuras 7a y 7b son vistas laterales de técnicas de etapa de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto cubiertos con mallas utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3;  
 Las figuras 8a y 8b son vistas laterales de técnicas de parche de ampolla de ejemplo para respectivamente la reparación de compuestos y componentes de laminado compuesto cubiertos con mallas utilizando una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo eléctricamente conductor ejemplar descrita en la figura 3;  
 35 La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para la creación de una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor de acuerdo con una realización de la presente divulgación;  
 La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para realizar la reparación de componentes reforzados con fibra de carbono utilizando una película adhesiva estructural descrita en la figura 3, de acuerdo con una realización de la presente divulgación; y  
 40 La figura 11 es una vista en alzado lateral de una aeronave que incluye un componente reforzado de fibra de carbono que puede ser reparado con una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación.

**Descripción detallada**

Las realizaciones de sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación se dirigen a restaurar la conductividad eléctrica durante las reparaciones estructurales de componentes reforzados con fibra de carbono.  
 50 Muchos detalles específicos de ciertas realizaciones se exponen en la siguiente descripción y en las figuras 1 a 11 para proporcionar una comprensión completa de tales realizaciones. La presente divulgación puede tener realizaciones adicionales, o puede ponerse en práctica sin uno o más de los detalles descritos a continuación.

En general, las realizaciones de los sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación restauran la conductividad eléctrica de las capas de fibra de carbono de reemplazo a las capas de fibra de carbono de los alrededores de un componente reforzado con fibra de carbono. Las realizaciones de sistemas y métodos también pueden restaurar la continuidad eléctrica de una malla conductora incrustada en un componente reforzado con fibra de carbono. Los sistemas y métodos se logran a través de una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo eléctricamente conductor. El cañamazo eléctricamente conductor no solo ayuda a mantener el adhesivo durante la aplicación y el curado, sino que también proporciona trayectorias conductoras alrededor de toda el área de reparación para permitir las conexiones eléctricas a las capas de carbono de los alrededores o a la malla conductora. Por lo tanto, estas realizaciones pueden reducir o eliminar ventajosamente la formación de arco eléctrico entre el área de la reparación y la porción no dañada del componente reforzado con fibra de carbono.

65 Con referencia más particularmente a los dibujos, las realizaciones de la divulgación pueden describirse en el contexto de la fabricación de aeronaves y el método de servicio 100 como se muestra en la figura 1 y una aeronave

102 como se muestra en la figura 2. Durante la preproducción, el método 100 de ejemplo puede incluir la especificación y el diseño 104 de la aeronave 102 y la adquisición de materiales 106. Durante la producción, se realiza la fabricación de subconjuntos 108 y la integración de sistemas 110 de la aeronave 1800. A continuación, la aeronave 102 puede pasar a través de certificación y entrega 112 para entrar en servicio 114. Mientras está en servicio por parte de un cliente, la aeronave 102 está programada para un mantenimiento de rutina y servicio 116 (que puede incluir una modificación, reconfiguración, remodelación, etc.).

Cada uno de los procesos del método 100 puede llevarse a cabo o realizarse por parte de un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y principales subcontratistas del sistema; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

Como se muestra en la figura 2, la aeronave 102 producida mediante el método 100 de ejemplo puede incluir un fuselaje 118 con una pluralidad de sistemas 120 y un interior 122. Ejemplos de sistemas de alto nivel 120 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 124, un sistema eléctrico 126, un sistema hidráulico 126, y un sistema ambiental 130. Cualquier número de otros sistemas pueden ser incluidos. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria del automóvil.

Los aparatos y métodos incorporados en este documento pueden ser empleados durante una o más de las etapas del método de fabricación y de servicio 100. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 108 se pueden fabricar o realizarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 102 está en servicio. Además, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas, se pueden utilizar durante las etapas de producción 108 y 110, por ejemplo, mediante la aceleración sustancialmente del montaje o reduciendo el coste de una aeronave 102. Del mismo modo, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas se pueden utilizar mientras la aeronave 102 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 116.

La figura 3 es una vista isométrica que ilustra películas adhesivas estructurales que incluyen cañamazos eléctricamente conductores, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. En concreto, la figura 3 muestra una película de adhesivo estructural 300 ejemplar. La película adhesiva estructural 300 ejemplar incluye una primera capa adhesiva de resina 302 y una segunda capa adhesiva de resina 304. La primera capa adhesiva de resina 302 y la segunda capa adhesiva de resina 304 están configuradas para unirse a las capas de laminado de fibra de carbono, tales como capas de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). En varias realizaciones, cada una de la primera capa adhesiva de resina 302 y la segunda capa adhesivo 304 puede incluir una de una película o pasta de material preimpregnado. Una capa de cañamazo eléctricamente conductor 306 está dispuesta entre la primera capa adhesiva de resina 302 y la segunda capa adhesiva de resina 304. De acuerdo con diversas implementaciones, la capa de cañamazo eléctricamente conductor 306 se puede incrustar en y adherirse a la primera capa adhesiva de resina 304 y a la segunda capa adhesiva de resina 304. En implementaciones particulares, la capa de cañamazo eléctricamente conductor 306 puede presionarse en la primera capa de resina 102 y la segunda capa de resina 304, de manera que se infunde con resina desde las dos capas de resina. La capa de cañamazo eléctricamente conductor 306 está configurada para proporcionar conductividad eléctrica continua a través de la película de adhesivo estructural 300 a modo de ejemplo, y también puede servir como una matriz de unión que da forma a la película.

De acuerdo con diversas realizaciones, la capa de cañamazo eléctricamente conductor 306 puede ser de cualquier configuración, tal como, sin limitación, de una malla, estera de punto, o estera de fibras aleatorias que comprende hilos de intersección de fibras conductoras. Colectivamente, estas diversas mallas y estereras también son conocidas como portadores. Las fibras conductoras pueden incluir materiales metálicos y no metálicos. Por ejemplo, las fibras conductoras pueden estar hechas de típicos conductores dúctiles (por ejemplo, cobre, aluminio, platino, plata, o aleaciones que incluyen tales metales). En otro ejemplo, las fibras conductoras pueden también ser fabricadas a partir de conductores no metálicos, tales como grafito.

De acuerdo con diversas realizaciones, la capa de cañamazo eléctricamente conductor 306 puede ser de cualquier configuración, tal como, y sin limitación, una malla, estera de punto, o estera de fibras aleatorias que comprende hilos de intersección de fibras conductoras. Las fibras conductoras pueden incluir materiales metálicos y no metálicos. Por ejemplo, las fibras conductoras pueden estar hechas de típicos conductores dúctiles (por ejemplo, cobre, aluminio, platino, plata, o aleaciones que incluyen tales metales). En otro ejemplo, las fibras conductoras pueden también ser fabricadas a partir de conductores no metálicos, tales como grafito.

Se apreciará que, aunque la figura 3 muestra una realización de una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor, pueden construirse una variedad de otras realizaciones. Por ejemplo, realizaciones adicionales pueden incluir una pluralidad de capas de cañamazo eléctricamente conductor.

Las figuras 4a y 4b son vistas laterales de técnicas 400 y 414 de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3. En concreto, la figura 4a ilustra una técnica 400 ejemplar para la reparación de penetración no pasante de un componente reforzado con fibra de carbono. Además, la figura 4b ilustra una técnica 414 ejemplar para la reparación de penetración pasante de un componente reforzado con fibra de carbono. Ejemplos de técnicas de reparación 400 y 414 pueden indicarse en el presente documento como una técnica de reparación de "envoltura".

La técnica de reparación 400 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 402, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 402 puede incluir múltiples capas 404 de laminados de fibra de carbono.

Como se muestra en la figura 4a, el componente reforzado de fibra de carbono 402 puede incluir un área de reparación de penetración no pasante 406, (por ejemplo, abolladuras, grietas, fisuras, etc.). El área de reparación 406 se puede preparar para la reparación mediante la eliminación de porciones de capas sucesivas de capas para formar una cavidad cónica 408. Por otra parte, las esquinas de la cavidad 408 también pueden ser redondeadas. La eliminación de porciones de capas sucesivas para formar la cavidad 408 puede realizarse utilizando cualquier herramienta o proceso de fabricación adecuado, tal como un molinillo de alta velocidad. La conicidad de la cavidad 408 se puede ajustar como una función de la carga experimentada por el componente reforzado con fibra de carbono 402. Por ejemplo, si el componente reforzado con fibra de carbono 402 experimenta una carga ligera, se puede utilizar una conicidad de gran inclinación. Sin embargo, si el componente reforzado con fibra de carbono 402 se somete a una carga pesada, se puede utilizar un grado de conicidad más gradual.

La técnica de reparación 400 incluye la colocación de una película adhesiva estructural 410 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor en la cavidad 408. La película adhesiva estructural 410 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. Una o más capas de laminados de reemplazo 412 pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva estructural 410 para restaurar el área de reparación 408.

Se apreciará que la película adhesiva estructural 410 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca entre las capas de la cavidad cónica 408 y una o más capas del laminado de reemplazo 412, de tal manera que se establece un contacto eléctrico suficiente entre los dos conjuntos de capas. Este contacto eléctrico puede actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados de reemplazo 412 se conduce adecuadamente fuera de las capas circundantes 404 de laminados de fibra de carbono. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde el área de reparación de penetración no pasante 406 a un área más grande para minimizar su impacto. En algunas implementaciones, la descarga eléctrica también puede desplazarse a una o más características de descarga eléctrica.

La figura 4b ilustra una técnica 414 ejemplar para la reparación de penetración pasante de un componente reforzado con fibra de carbono. La técnica de reparación 414 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 416, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 416 puede incluir múltiples capas 418 de laminados de fibra de carbono.

Como se muestra en la figura 4b, el componente reforzado con fibra de carbono 416 puede incluir un área de reparación de penetración pasante 420, (por ejemplo, un pinchazo que penetra completamente en el componente reforzado con fibra de carbono 416). El área de reparación 420 se puede preparar para su reparación sustancialmente de la misma manera que el área de reparación 406 para formar una cavidad cónica 422.

Además, la técnica de reparación 414 incluye la colocación de una o más capas de refuerzo 424 en el lado interior del área de reparación de penetración pasante 420. Una película adhesiva estructural 426 incrustada en cañamazo conductor se coloca en la cavidad cónica 422. La película adhesiva estructural 426 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. Una o más capas de laminados de reemplazo 428 pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva estructural 426 para restaurar el área de reparación 420.

Se apreciará que la película adhesiva estructural 426 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca entre las capas de la cavidad cónica 422, la una o más capas de refuerzo 424 y la o más capas del laminado de reemplazo 428, de tal manera que se establece un contacto eléctrico suficiente entre los conjuntos de capas. Este contacto eléctrico puede actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados de reemplazo 428 se conduce adecuadamente fuera de las capas circundantes 418 de laminados de fibra de carbono. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde el área de reparación de penetración pasante 420 a un área más grande para minimizar su impacto. En algunas implementaciones, la descarga eléctrica también puede desplazarse a una o más características de descarga eléctrica.

Las figuras 5a y 5b son vistas laterales de técnicas 500 y 520 de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto cubiertos con mallas utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3. En concreto, la figura 5a ilustra una técnica 500 ejemplar para la reparación de penetración no pasante de un componente reforzado con fibra de carbono cubierto con malla. Además, la figura 5b ilustra una técnica 520 ejemplar para la reparación de penetración pasante de un componente reforzado con fibra de carbono.

La técnica de reparación 500 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 502, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 502 puede incluir múltiples capas 504 de laminados de fibra de carbono. Por otra parte, el componente reforzado con fibra de carbono 502 puede incluir también una malla conductora 506, que puede colocarse en la superficie de las capas 504. La malla conductora 506 puede estar acoplada eléctricamente a un suelo adecuado para la disipación de las descargas eléctricas lejos del conjunto laminado compuesto.

Como se muestra en la figura 5a, el componente reforzado de fibra de carbono 502 puede incluir un área de reparación de penetración no pasante 508, (por ejemplo, abolladuras, grietas, fisuras, etc.). El área de reparación 508 se puede preparar para la reparación mediante la eliminación de porciones de capas sucesivas de capas para formar una cavidad cónica 510. Por otra parte, las esquinas de la cavidad 510 también pueden ser redondeadas. La eliminación de porciones de capas sucesivas para formar la cavidad 510 puede realizarse utilizando cualquier herramienta o proceso de fabricación adecuado, tal como un molinillo de alta velocidad. La conicidad de la cavidad 510 se puede ajustar como una función de la carga experimentada por el componente reforzado con fibra de carbono 502. Por ejemplo, si el componente reforzado con fibra de carbono 502 experimenta una carga ligera, se puede utilizar una conicidad de gran inclinación. Sin embargo, si el componente reforzado con fibra de carbono 502 se somete a una carga pesada, se puede utilizar un grado de conicidad más gradual.

La técnica de reparación 500 incluye la colocación de una película adhesiva estructural 512 en la cavidad 510. La película adhesiva estructural 512 es una película adhesiva estructural eléctricamente conductor, tal como las descritas anteriormente y que se muestran en la figura 3. Una o más capas de laminados de reemplazo 514 pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva 512 para restaurar al menos parcialmente el área de reparación 508.

Posteriormente, una película adhesiva estructural 516 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca en la parte superior de la una o más capas de laminado de reemplazo 514. La película adhesiva estructural 516 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. La película adhesiva estructural 516 puede colocarse de manera que al menos una parte de su cañamazo eléctricamente conductor incrustado hace contacto eléctrico con la malla conductora 506. Según diversas realizaciones, se puede formar suficiente contacto eléctrico entre el cañamazo conductor y la malla conductora 506, de una manera tal que permita la dispersión de una descarga eléctrica de un rayo desde área de reparación de penetración no pasante 508. Posteriormente, una o más capas superiores de laminados de reemplazo 518 puede adherirse a la película de adhesivo estructural 516 para completar la reparación. En algunas realizaciones, las capas adicionales de laminados (no mostradas) pueden colocarse también en los laminados de reemplazo 518 para proporcionar una resistencia adicional a la reparación. La película adhesiva estructural 516 está configurado para conducir descargas eléctricas lejos del área reparada 508, siempre que una suficiente conductividad eléctrica se establece a la malla conductora 506, que está dispuesto en la superficie del componente reforzado con fibra de carbono 502.

La figura 5b ilustra una técnica 520 ejemplar para la reparación de penetración pasante de un componente reforzado con fibra de carbono. La técnica de reparación 520 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 522, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 522 puede incluir múltiples capas 524 de laminados de fibra de carbono. Por otra parte, el componente reforzado con fibra de carbono 502 puede incluir también una malla conductora 526, que se coloca en la superficie de las capas 524. La malla conductora 526 puede estar acoplada eléctricamente a un suelo adecuado para la disipación de las descargas eléctricas lejos del conjunto laminado compuesto.

Como se muestra en la figura 5b, el componente reforzado con fibra de carbono 526 puede incluir un área de reparación de penetración pasante 528, (por ejemplo, un pinchazo que penetra completamente en el componente reforzado con fibra de carbono 522). El área de reparación 528 se puede preparar para su reparación sustancialmente de la misma manera que el área de reparación 508 para formar una cavidad cónica 530.

Además, la técnica de reparación 520 incluye la colocación de una o más capas de refuerzo 532 en el lado interior del área de reparación de penetración pasante 528. Una película de adhesivo estructural 534 se coloca en la cavidad cónica 530. La película adhesiva estructural 534 puede estar configurada para unirse a la una o más capas de refuerzo 532. La película adhesiva estructural 534 es una película adhesiva estructural eléctricamente conductora, descrita anteriormente y que se muestra en la figura 3. Una o más capas de laminados de reemplazo 536 pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva 534 para restaurar al menos parcialmente el área de reparación de penetración pasante 528.

Posteriormente, una película adhesiva estructural 538 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca en la parte superior de la una o más capas de laminado de reemplazo 536. La película adhesiva estructural 538 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. La película adhesiva estructural 538 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede colocarse de manera que al menos una parte de su cañamazo conductor incrustado hace contacto eléctrico con la malla conductora 526. Según diversas realizaciones, se puede formar suficiente contacto eléctrico entre el cañamazo eléctricamente conductor y la malla conductora 526, de una manera tal que permita la dispersión de una descarga eléctrica de un rayo desde área de reparación de penetración pasante 528. Posteriormente, una o más capas superiores de laminados de reemplazo

- 540 puede adherirse a la película de adhesivo estructural 538 para completar la reparación. En algunas realizaciones, las capas adicionales de laminados (no mostradas) pueden colocarse también en los laminados de reemplazo 540 para proporcionar una resistencia adicional a la reparación. La película adhesiva estructural 538 está configurado para conducir descargas eléctricas lejos de la reparación, siempre que una suficiente conductividad eléctrica se establece en la malla conductora 526, que está dispuesto en la superficie del componente reforzado con fibra de carbono 522.
- Las figuras 6a y 6b son vistas laterales de técnicas 600 y 614 de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3. En concreto, la figura 6a ilustra una técnica 600 ejemplar para la reparación de penetración no pasante en un componente reforzado con fibra de carbono. Además, la figura 6b ilustra una técnica 614 ejemplar para la reparación de penetración pasante a un componente reforzado con fibra de carbono. Ejemplos de técnicas de reparación 600 y 620 pueden indicarse en el presente documento como una técnica de reparación de "etapa".
- La técnica de reparación 600 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 602, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 602 puede incluir múltiples capas 604 de laminados de fibra de carbono.
- Como se muestra en la figura 6, el componente reforzado de fibra de carbono 602 puede incluir un área de reparación de penetración no pasante 606, (por ejemplo, abolladuras, grietas, fisuras, etc.), que se prepara para la reparación de etapa. Específicamente, el área de reparación 606 se puede preparar para la reparación mediante la eliminación de porciones de capas sucesivas de capas para formar una cavidad escalonada 608. Las esquinas de la cavidad 608 también pueden ser redondeadas para eliminar las rebabas. A diferencia de en la reparación de "recubrimiento", sin embargo, la cavidad escalonada 608 se puede lograr mediante retirada de material de cada capa de una manera escalonada a través de cualquier herramienta o proceso de fabricación adecuado, tal como, sin limitaciones, corte o fresado direccionado.
- La técnica de reparación 600 incluye la colocación de una pluralidad de películas adhesivas estructurales 610 incrustadas en cañamazo eléctricamente conductor en la cavidad escalonada 608. Las películas adhesivas estructurales 610 pueden ser las películas adhesivas estructurales descritas anteriormente con respecto a la figura 3.
- Para cada "escalón" de la cavidad, una película adhesiva estructural 610 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede colocarse, de manera que al menos una parte del cañamazo eléctricamente conductor incrustado hace contacto eléctrico con el cañamazo eléctricamente conductor incrustado de una película de adhesivo estructural colindante 610. Por ejemplo, como se muestra en la figura 6A, una película adhesiva estructural 610a incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con una porción 610b. A su vez, la porción 610b puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con la porción 610c, y así sucesivamente, para 610d y 610e. Al mismo tiempo, una o más capas de laminados de reemplazo 612 pueden estar alternativamente dispersas entre sí sobre cada capa de película adhesiva estructural 610 para restaurar el área de reparación 606.
- Los contactos eléctricos entre las películas adhesivas 610a-610e pueden actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados de reemplazo 612 se conducen adecuadamente fuera de las capas circundantes 604 de laminados de fibra de carbono. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde el área de reparación de penetración no pasante 606 a un área más grande para minimizar su impacto. En algunas implementaciones, la descarga eléctrica también puede desplazarse a una o más características de descarga eléctrica.
- La figura 6b ilustra una técnica 614 ejemplar para la reparación de penetración pasante de un componente reforzado con fibra de carbono. La técnica de reparación 614 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 616, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 616 puede incluir múltiples capas 618 de laminados de fibra de carbono.
- Como se muestra en la figura 6b, el componente reforzado con fibra de carbono 616 puede incluir un área de reparación de penetración pasante 620, (por ejemplo, un pinchazo que penetra completamente en el componente reforzado con fibra de carbono 616). El área de reparación 620 se puede preparar para su reparación sustancialmente de la misma manera que el área de reparación 606 para formar una cavidad cónica 622.
- Además, la técnica de reparación 614 incluye la colocación de una o más capas de refuerzo 624 en el lado interior del área de reparación de penetración pasante 620. Una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor, tal como una película de adhesivo 626a, puede colocarse en la cavidad cónica 622 para contactar con una de las capas de refuerzo 624. Además, para cada "escalón" de la cavidad escalonada, una película adhesiva estructural 626 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede colocarse, de manera que al menos una parte del cañamazo eléctricamente conductor incrustado hace contacto eléctrico con el cañamazo eléctricamente conductor incrustado de una película de adhesivo estructural colindante 626. Por ejemplo, como se

muestra en la figura 6A, una película adhesiva estructural 626a puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con una porción 626b. A su vez, la porción 626b puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con la porción 626c, y así sucesivamente, para 626d y 626e. Al mismo tiempo, una o más capas de laminados de reemplazo 628 pueden estar alternativamente dispersas entre sí sobre cada capa de película adhesiva estructural 626 para restaurar el área de reparación 620.

Los contactos eléctricos entre las películas adhesivas 626a-626e pueden actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados de reemplazo 628 se conducen adecuadamente fuera de las capas circundantes 618 de laminados de fibra de carbono. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde el área de reparación de penetración no pasante 620 a un área más grande para minimizar su impacto. En algunas implementaciones, la descarga eléctrica también puede desplazarse a una o más características de descarga eléctrica.

Las figuras 7a y 7b son vistas laterales de técnicas 700 y 720 de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto cubiertos con mallas utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3. En concreto, la figura 7a ilustra una técnica 700 ejemplar para la reparación de penetración no pasante de un componente reforzado con fibra de carbono cubierto con malla. Además, la figura 7b ilustra una técnica 720 ejemplar para la reparación de penetración pasante a un componente reforzado con fibra de carbono.

La técnica de reparación 700 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 702, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 702 puede incluir múltiples capas 704 de laminados de fibra de carbono. Por otra parte, el componente reforzado con fibra de carbono 702 puede incluir también una malla conductora 706, que se coloca en la superficie de las capas 704. La malla conductora 706 puede estar acoplada eléctricamente a un suelo adecuado para la disipación de las descargas eléctricas lejos del conjunto laminado compuesto.

Como se muestra en la figura 7a, el componente reforzado de fibra de carbono 702 puede incluir un área de reparación de penetración no pasante 708, (por ejemplo, abolladuras, grietas, fisuras, etc.). El área de reparación 708 se puede preparar para la reparación mediante la eliminación de porciones de capas sucesivas de capas para formar una cavidad escalonada 710. Además, las esquinas de la cavidad escalonada 710 también pueden ser redondeadas para eliminar las rebabas. La eliminación de porciones de capas sucesivas para formar la cavidad escalonada 710 puede realizarse utilizando cualquier herramienta o proceso de fabricación adecuado, tal como, sin limitación, un molinillo de alta velocidad. La longitud de cada escalón en la cavidad 710 se puede ajustar como una función de la carga experimentada por el componente reforzado con fibra de carbono 702. Por ejemplo, si el componente reforzado con fibra de carbono 702 experimenta una carga ligera, se puede utilizar un escalón más corto. Sin embargo, si el componente reforzado con fibra de carbono 702 se somete a una carga pesada, se puede utilizar un escalón más largo.

La técnica de reparación 700 incluye la colocación de películas adhesivas estructurales 712 en la cavidad 710. Las películas adhesivas estructurales 712 son la película adhesiva estructural eléctricamente conductor, descrita anteriormente y que se muestra en la figura 3. Además, una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor 712 puede colocarse en cada "escalón" de la cavidad 710.

Cada "escalón" de las películas adhesivas estructurales 712 puede colocarse, de manera que al menos una parte del cañamazo eléctricamente conductor incrustado hace contacto eléctrico con el cañamazo eléctricamente conductor incrustado de una película de adhesivo estructural 712 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor colindante. Por ejemplo, como se muestra en la figura 7a, una película adhesiva estructural 712a incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con una porción 712b. A su vez, la porción 712b puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con la porción 712c, y así sucesivamente. Al mismo tiempo, una o más capas de laminados de reemplazo 714 pueden estar dispersas entre sí sobre cada capa de película adhesiva estructural 712 para restaurar el área de reparación 706.

En tales implementaciones, los contactos eléctricos entre las películas adhesivas estructurales 712a-712d pueden actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados de reemplazo 714 se conducen adecuadamente fuera de las capas circundantes 704 de laminados de fibra de carbono. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde el área de reparación de penetración no pasante 708 a un área más grande para minimizar su impacto.

Posteriormente, una película adhesiva estructural 716 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca en la parte superior de la una o más capas de laminado de reemplazo 714. La película adhesiva estructural 716 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. La película adhesiva estructural 716 puede colocarse de manera que al menos una parte de su cañamazo conductor incrustado hace contacto eléctrico con la malla conductora 706. Según diversas realizaciones, se puede formar suficiente contacto eléctrico entre el cañamazo eléctricamente conductor y la malla conductora 706, de una manera tal que permita la dispersión de una descarga eléctrica de un rayo desde área de reparación de penetración no pasante 708. Posteriormente, una o más capas superiores de laminados de reemplazo 718 puede adherirse a la película de



5 adhesivo estructural 716 para completar la reparación. En algunas realizaciones, las capas adicionales de laminados (no mostradas) pueden colocarse también en los laminados de reemplazo 718 para proporcionar una resistencia adicional a la reparación. La película adhesiva estructural 716 está configurada para conducir descargas eléctricas lejos de la reparación, siempre que una suficiente conductividad eléctrica se establece en la malla conductora 706, que está dispuesto en la superficie del componente reforzado con fibra de carbono 702.

10 La figura 7b ilustra una técnica 720 ejemplar para la reparación de penetración pasante de un componente reforzado con fibra de carbono. La técnica de reparación 720 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 722, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 722 puede incluir múltiples capas 724 de laminados de fibra de carbono. Por otra parte, el componente reforzado con fibra de carbono 722 puede incluir también una malla conductora 726, que puede colocarse en la superficie de las capas 724. La malla conductora 726 puede estar acoplada eléctricamente a un suelo adecuado para la disipación de las descargas eléctricas lejos del conjunto laminado compuesto.

15 Como se muestra en la figura 7b, el componente reforzado con fibra de carbono 720 puede incluir un área de reparación de penetración pasante 728, (por ejemplo, un pinchazo que penetra completamente en el componente reforzado con fibra de carbono 722). El área de reparación 728 se puede preparar para su reparación sustancialmente de la misma manera que el área de reparación 728 para formar una cavidad escalonada 730.

20 Además, la técnica de reparación 720 incluye la colocación de una o más capas de refuerzo 732 en el lado interior del área de reparación de penetración pasante 728. Una película adhesiva estructural 734a puede colocarse en la cavidad escalonada 730 para contactar con una de las capas de refuerzo 732. Por otra parte, para cada "escalón" de la cavidad 730, se pueden colocar películas adhesivas estructurales adicionales 734, tales como 734b-734e. Las películas adhesivas estructurales 734 son la película adhesiva estructural eléctricamente conductor, descrita anteriormente y que se muestra en la figura 3.

30 Cada "escalón" de las películas adhesivas estructurales 734 puede colocarse, de manera que al menos una parte del cañamazo eléctricamente conductor incrustado hace contacto eléctrico con el cañamazo conductor incrustado de una película de adhesivo estructural 734 colindante. Por ejemplo, como se muestra en la figura 7a, una película adhesiva estructural 734a incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con una porción 734b. A su vez, la porción 734b puede estar dispuesta para hacer contacto eléctrico con la porción 734c, y así sucesivamente. Al mismo tiempo, una o más capas de laminados de reemplazo 736 pueden estar dispersas entre sí alternativamente sobre cada capa de película adhesiva estructural 734 para restaurar el área de reparación 728.

35 En tales implementaciones, los contactos eléctricos entre las películas adhesivas 734a-734b pueden actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados de reemplazo 736 se conducen adecuadamente fuera de las capas circundantes 724 de laminados de fibra de carbono. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde el área de reparación de penetración no pasante 728 a un área más grande para minimizar su impacto.

40 Posteriormente, una película adhesiva estructural 738 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca en la parte superior de la una o más capas de laminado de reemplazo 736. La película adhesiva estructural 738 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. La película adhesiva estructural 738 puede colocarse de manera que al menos una parte de su cañamazo eléctricamente conductor incrustado hace contacto eléctrico con la malla conductora 726. Posteriormente, una o más capas superiores de laminados de reemplazo 740 puede adherirse a la película de adhesivo estructural 738 para completar la reparación. En algunas realizaciones, las capas adicionales de laminados (no mostradas) pueden colocarse también en los laminados de reemplazo 740 para proporcionar una resistencia adicional a la reparación. La película adhesiva estructural 738 está configurada para conducir descargas eléctricas lejos de la reparación, siempre que una suficiente conductividad eléctrica se establece en la malla conductora 726, que está dispuesto en la superficie del componente reforzado con fibra de carbono 722.

55 La figura 8a es una vista lateral de una técnica de parche de ampolla de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3. Por lo general, las reparaciones de parche ampolla son reparaciones provisionales que no implican la eliminación de material del área dañada. Más bien, un parche que incluye una o más capas de laminado de reparación se fija a la superficie del área dañada con una capa de película adhesiva.

60 La técnica de reparación 800 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 802, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 802 puede incluir múltiples capas 804 de laminados de fibra de carbono. Como se muestra en la figura 8a, el componente reforzado con fibra de carbono 802 puede incluir un área de reparación 806. Por ejemplo, el área de reparación 806 puede haber sufrido algunas grietas o fisuras.

65

Una película adhesiva estructural 808 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca en la parte superior del área de reparación 806 (por ejemplo, grietas, fisuras, etc.). La película adhesiva estructural 808 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. Una o más capas de laminados suplementarios 810 pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva estructural 808 para cubrir el área de reparación 806.

Se apreciará que la película adhesiva estructural 808 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca entre múltiples capas 804 y una o más capas de los laminados suplementarios 810, de tal manera que se establece un contacto eléctrico suficiente entre los dos conjuntos de capas. Este contacto eléctrico puede actuar para asegurar que cualquier descarga de rayos dirigida a los laminados suplementarios 810 se conduce adecuadamente fuera en las múltiples capas 804. Por lo tanto, la descarga eléctrica del rayo puede dispersarse desde las capas suplementarias 810 a un área más grande.

La figura 8b es una vista lateral de una técnica de parche de ampolla de ejemplo para la reparación de componentes de laminado compuesto utilizando una película adhesiva estructural ejemplar descrita en la figura 3.

La técnica de reparación 812 puede realizarse en un componente reforzado con fibra de carbono 814, que puede ser un componente de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). El componente reforzado con fibra de carbono 814 puede incluir múltiples capas 816 de laminados de fibra de carbono. Como se muestra en la figura 8b, el componente reforzado con fibra de carbono 812 puede incluir un área de reparación 818. Por ejemplo, el área de reparación 818 puede haber sufrido alguna inconsistencia de superficie o poco profunda. Por otra parte, el componente reforzado con fibra de carbono 814 puede estar al menos parcialmente cubierto con una malla conductora 820 que está acoplada eléctricamente a un suelo adecuado para la disipación de las descargas eléctricas lejos del conjunto de laminado compuesto.

Una película adhesiva estructural 822 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor se coloca en la parte superior del área de reparación 818 (por ejemplo, grietas, fisuras, etc.). La película adhesiva estructural 822 puede ser la película adhesiva estructural descrita anteriormente y mostrada en la figura 3. Una o más capas de laminados suplementarios 824 pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva estructural 822 para cubrir el área de reparación 818. La película adhesiva estructural 822 incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede colocarse de manera que al menos una parte de su cañamazo conductor incrustado hace contacto eléctrico con la malla conductora para permitir la dispersión de una descarga eléctrica de un rayo del área de reparación 818.

Se apreciará que, aunque ciertas técnicas de reparación de ejemplo que utilizan una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo eléctricamente conductor incrustado se ha ilustrado anteriormente, la película adhesiva estructural puede ser usado en otras técnicas de reparación donde se utilizan películas adhesivas estructurales no conductoras. Por ejemplo, además de la reparación de componentes reforzados con fibra de carbono externos que son accesibles por los rayos, la película adhesiva estructural incrustada en cañamazo conductor puede también ser utilizado para la reparación de diversos componentes internos reforzados con fibra de carbono.

En realizaciones particulares, la película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor puede ser utilizada para la reparación de componentes implementados en aplicaciones sensibles a descargas electrostáticas, tales como la reparación de depósitos de combustible o celdas que incluyen componentes reforzados con fibra de carbono. Sin embargo, se apreciará que, independientemente de la técnica de reparación en particular implementada, la película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor, tal como la película 300 que se describe en la figura 3, puede facilitar la dispersión de las descargas eléctricas fuera del área reparada.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 600 ejemplar para la creación de una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo conductor. El orden en que se describen las operaciones no está destinado a ser interpretado como una limitación, y cualquier número de los bloques descritos se pueden combinar en cualquier orden y/o en paralelo para implementar el proceso.

En el bloque 902, se puede proporcionar una primera capa de adhesivo de resina. La capa adhesiva de resina está configurada para ser capaz de unirse a una capa de laminado de fibra de carbono, tal como una capa de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). En el bloque 904, se proporciona un cañamazo eléctricamente conductor, es decir, unido a la primera capa adhesiva de resina. Como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, el cañamazo conductor puede ser en configuración de una malla que comprende hilos de intersección (o que no se cruzan) de fibras conductoras. Las fibras conductoras pueden incluir materiales metálicos y no metálicos. En alguna implementación, el cañamazo conductor puede estar unido a la combinación con un agente de unión adicional, por ejemplo, adhesivo de resina. En el bloque 906, una segunda capa adhesiva de resina puede proporcionarse para completar la película adhesiva estructural. En diversas realizaciones, la segunda capa adhesiva de resina puede tener las mismas cualidades que la primera capa adhesiva de resina. De acuerdo con diversas realizaciones, el cañamazo conductor y la primera y segunda capas adhesivas de resina pueden combinarse durante la unión, de tal manera que el cañamazo conductor se infunde con resina a partir de una o más de las capas de resina.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 1000 de ejemplo para la realización de la reparación de componentes reforzados con fibra de carbono utilizando una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo eléctricamente conductor. El orden en que se describen las operaciones no está destinado a ser interpretado como una limitación, y cualquier número de los bloques descritos se pueden combinar en cualquier orden y/o en paralelo para implementar el proceso.

En el bloque 1002, una persona de reparación (o máquina) puede identificar la configuración del compuesto a un área de reparación en un componente reforzado con fibra de carbono. Por ejemplo, la persona de reparación puede identificar el tipo del laminado compuesto, el número de capas en el laminado compuesto, las orientaciones de capas, la ubicación de la malla conductora con respecto a las capas, y otros factores. En el bloque 1004, la persona de reparación puede identificar la extensión de la reparación necesaria usando cualquier método de detección adecuado. La persona de la reparación puede utilizar, por ejemplo, inspección visual, microondas, acústica, ultrasónica, o un equipo de rayos X, para identificar la extensión de la reparación necesaria en el compuesto de fibra de carbono. En algunos casos, la delaminación en el área de reparación puede identificarse a través del sonido generado con un toque en el área de delaminación. En otros casos, la delaminación en el área de reparación puede detectarse usando instrumentos que generan ondas de sonido y también detectan la atenuación de las ondas de sonido generadas. Usando estos medios de evaluación, se pueden identificar el tamaño y la profundidad (por ejemplo, el número de capas afectadas) del área de reparación.

En el bloque 1006, la persona de reparación puede eliminar los residuos y la humedad del área de reparación. Los restos eliminados pueden incluir cualquier materia extraña presente en el área de reparación, así como cualquier necesidad de reemplazo capas (por ejemplo, capas delaminadas) del material compuesto. En el bloque 1008, la persona de reparación puede preparar y limpiar una o más superficies en el área de reparación. Según diversas realizaciones, la preparación puede implicar moler el material compuesto de fibra de carbono para formar una cavidad cónica gradual. Además, cualquier esquina en el área de reparación se pueden convertir en formas circulares o redondas. Además, la persona de reparación puede preparar la cavidad cónica para exponer al menos una parte de cualquier malla conductora preexistente que está presente en el compuesto de fibra de carbono que está siendo reparado.

En el bloque 1010, la persona de reparación puede preparar una o más capas de reemplazo para el área de reparación. En la mayoría de las implementaciones, las capas de reemplazo están preparadas para que coincidan con la orientación de las capas en la estructura original. Las capas de reemplazo están configuradas para restaurar el área de reparación al menos a su forma y/o resistencia original. Sin embargo, en implementaciones adicionales, capas adicionales se pueden preparar para la colocación en la parte superior de las capas de reemplazo.

En el bloque 1012, una película de adhesivo estructural se coloca en la cavidad cónica. De acuerdo con varias realizaciones, la película adhesiva estructural puede ser una película adhesiva estructural eléctricamente conductora, descrita en la figura 3. En una implementación donde se usa una película adhesiva estructural conductora, la película adhesiva estructural puede estar colocada para proporcionar contacto eléctrico entre las capas en la estructura original y las capas de reemplazo.

En el bloque 1014, la persona de reparación puede colocar las capas de laminado sobre una o más capas de la película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor. Las capas laminadas pueden incluir capas de reemplazo y, en su caso, capas adicionales. En la mayoría de las implementaciones, cada una de las capas de reemplazo pueden estar orientadas para que coincida con cada una de las capas originales en el componente reforzado con fibra de carbono, y la uno o más capas adicionales están orientadas para que coincidan con la capa exterior original. Además, en implementaciones en las que una malla conductora está presente en el exterior de la estructura original, una película adhesiva estructural adicional eléctricamente conductora puede colocarse adyacente a la malla conductora. Específicamente, la película adhesiva estructural incrustada en cañamazo conductor puede colocarse de manera que al menos una porción del cañamazo eléctricamente conductor hace contacto eléctrico con una porción de la malla conductora preexistente. Por ejemplo, el contacto eléctrico puede ser suficiente para conducir descargas de rayos fuera del área de reparación. Capas laminadas adicionales pueden entonces colocarse sobre la película adhesiva estructural conductora adicional.

En el bloque 1016, la persona de reparación puede realizar una colocación de una bolsa de vacío del área de reparación para no resistirse y curar las capas añadidas. El curado de las capas añadidas puede llevarse a cabo con la ayuda de calentamiento, tal como mediante el uso de mantas de calentamiento. Sin embargo, en algunas realizaciones alternativas, todo el componente reforzado con fibra de carbono bajo reparación puede colocarse en un horno o autoclave para curar las capas añadidas.

En el bloque 1018, la persona de reparación puede probar e inspeccionar el área reparada. Por ejemplo, la persona de reparación puede probar e inspeccionar el área reparada para delaminaciones, curado adecuado, orientación adecuada de las capas, adherencia adecuada, y similares. En algunas implementaciones, una prueba de conductividad eléctrica del área reparada se puede realizar para asegurar que el cañamazo conductor se ha colocado para permitir suficientemente la conducción de las cargas eléctricas fuera del área reparada. Por ejemplo, un método particular para la realización de una prueba de conductividad eléctrica en materiales compuestos, como

se describe en la publicación de patente US 2007/0096751 A1 de Georgeson et al., publicada el 3 de mayo de 2007, se incorpora aquí por referencia.

5 En el bloque de decisión 1020, la persona de reparación puede tomar una determinación en cuanto a si la reparación es aceptable sobre la base de la prueba y la inspección del área de reparación. Si se hace una determinación de que la reparación no es aceptable, ("no" en el bloque de decisión 720), la una o más capas inaceptables y, si es necesario, las películas adhesivas estructurales asociadas con las una o más capas, se pueden eliminar. Después de la eliminación, el proceso 700 puede volver al bloque 708, donde la persona de reparación puede repetir la reparación.

10 Sin embargo, si la persona de reparación realiza una determinación de que la reparación es aceptable, ("sí" en el bloque de decisión 1020), el proceso 1000 puede continuar al bloque de decisión 1024. En el bloque de decisión 1024, se puede hacer una determinación en cuanto a si la reparación incluye el reemplazo de capas adicionales. Si hay más capas de reparación que se han de reemplazar, ("sí" en el bloque de decisión 1024), el proceso 1000 puede volver al bloque 1008, donde la persona de reparación sustituye las capas laminadas adicionales. Sin embargo, si no hay más capas adicionales que se han de sustituir, ("no" en el bloque de decisión 1024), el componente reforzado con fibra de carbono que incluye el área reparada se devuelve al servicio en el bloque 1026.

20 La figura 11 es una vista en alzado lateral de una aeronave 1100 que incluye uno o más componentes reforzados con fibra de carbono que pueden ser reparados con una película adhesiva estructural incrustada en cañamazo conductor. Dicha aeronave puede incluir, por ejemplo, y sin limitación, la aeronave 787, modelo disponible comercialmente de Boeing Company de Chicago, Illinois. Como se muestra en la figura 11, la aeronave 1100 incluye una o más unidades de propulsión 1104 acopladas a un fuselaje 1102, unos conjuntos de ala 1106 (u otras superficies de elevación), un conjunto de cola 1108, un conjunto de aterrizaje 1110, un sistema de control (no visible), y una serie de otros sistemas y subsistemas que permiten un funcionamiento correcto de la aeronave 1100. En varios casos, al menos una parte de los conjuntos de ala 1106 pueden incluir uno o más componentes reforzados con fibra de carbono. En algunos casos, estos componentes pueden ser reparados utilizando una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo conductor, tal como se describe en la figura 3.

30 Por otra parte, las diversas realizaciones de la película adhesiva estructural incrustada en cañamazo eléctricamente conductor también se pueden usar para reparar otros vehículos que incluyen componentes exteriores de fibra de carbono eléctricamente conductores. Estos vehículos pueden incluir barcos, trenes y otros vehículos. El cañamazo eléctricamente conductor puede proteger ventajosamente los componentes reparados con fibra de carbono reparados en estos vehículos a partir de la caída de rayos y otras descargas eléctricas, tales como descargas electrostáticas que resultan de la electrificación de combustible en células de combustible.

40 Las realizaciones de sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación pueden proporcionar ventajas significativas sobre la técnica anterior. Por ejemplo, una película adhesiva estructural que incluye un cañamazo eléctricamente conductor puede permitir descargas eléctricas de caída de rayos para ser conducidas fuera de un área reparada de un componente reforzado con fibra de carbono. Por lo tanto, el cañamazo eléctricamente conductor puede minimizar ventajosamente los efectos de la caída de rayos. Del mismo modo, el cañamazo eléctricamente conductor también se puede utilizar para restaurar un escudo de campo electromagnético (EMF) y reducir o eliminar la formación de arcos eléctricos y acumulaciones de energía térmica a partir de la caída de rayos.

45 Aunque realizaciones de la divulgación se han ilustrado y descrito anteriormente, muchos cambios se pueden hacer sin apartarse del alcance de la divulgación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para usar una película adhesiva estructural (610, 626, 712, 734) incrustada en cañamazo eléctricamente conductor, que comprende:
- 5 preparar un área de reparación (606, 620, 708, 728) para la adhesión de unas primeras capas laminadas (612, 628, 714, 736);  
proporcionar una película adhesiva estructural (300) que incluye una primera capa adhesiva de resina (302) y una segunda capa adhesiva de resina (304) para unirse a las primeras capas laminadas;
- 10 colocar una primera película adhesiva estructural eléctricamente conductora (610a, 626a, 712a, 734a) sobre la parte superior del área de reparación, en el que la primera película adhesiva estructural incluye una primera capa de cañamazo eléctricamente conductor (306), estando configurada la primera capa de cañamazo eléctricamente conductor (306) para proporcionar conductividad eléctrica continua a lo largo de la película adhesiva estructural (300) y servir como una matriz de unión que da forma a la película adhesiva estructural (300) durante la aplicación y el curado;
- 15 colocar una o más capas laminadas (612, 628, 714, 736) en la parte superior de la película adhesiva estructural eléctricamente conductora (610a, 626a, 712a, 734a); y  
curar la una o más primeras capas laminadas (612, 628, 714, 736).
- 20 2. El método según la reivindicación 1, en el que la preparación del área de reparación (606, 620, 708, 728) para la adhesión de las primeras capas laminadas (612, 628, 714, 736) incluye proporcionar una de una cavidad escalonada (608, 622, 710, 730) y una cavidad cónica (408, 422, 510, 530) para retirar una porción de un componente reforzado (602, 616, 702, 722), teniendo el componente reforzado una forma externa original.
- 25 3. El método según la reivindicación 2, en el que la preparación del área de reparación (606, 620, 708, 728) para la adhesión de las primeras capas laminadas (612, 628, 714, 736) incluye, además:
- insertar una segunda película adhesiva estructural eléctricamente conductora (610b, 626b, 712b, 734b) en una de la cavidad escalonada y la cavidad cónica, en el que la segunda película adhesiva estructural incluye un
- 30 segundo cañamazo eléctricamente conductor;  
insertar una o más segundas capas laminadas en una de la cavidad escalonada y la cavidad cónica; y  
curar la una o más capas laminadas (612, 628, 714, 736).
4. El método según la reivindicación 3, en el que la una o más segundas capas laminadas están configuradas para restablecer el componente reforzado con fibra de carbono a al menos la forma externa original.
5. El método según la reivindicación 3, en el que el componente reforzado (602, 616, 702, 722) incluye un componente reforzado con fibra de carbono y en el que cada una de la primera y segunda capas laminadas incluye capas laminadas de fibra de carbono (604, 618, 704, 724).
- 40 6. El sistema según la reivindicación 3, en el que la inserción de una o más segundas capas laminadas incluye la orientación de cada capa de reemplazo con la capa correspondiente del componente reforzado (602, 616, 702, 722).
7. El método según la reivindicación 3, en el que cada uno del primer y segundo cañamazos eléctricamente conductores (306) incluyen fibras conductoras metálicas y fibras conductoras no metálicas.
- 45 8. El método según la reivindicación 7, en el que las fibras conductoras metálicas incluyen al menos una de fibras de cobre, aluminio, platino y plata.
- 50 9. El método según la reivindicación 7, en el que las fibras conductoras no metálicas incluyen fibras de grafito.
10. El método según la reivindicación 1, en el que la preparación del área de reparación (606, 620, 708, 728) para la adhesión de capas laminadas (612, 628, 714, 736) incluye la preparación de un área de reparación que está situada en un vehículo.
- 55 11. El método según la reivindicación 1, en el que la preparación del área de reparación (606, 620, 708, 728) para la adhesión de capas laminadas (612, 628, 714, 736) incluye la preparación de un área de reparación que está situada en una aeronave (102, 1100).

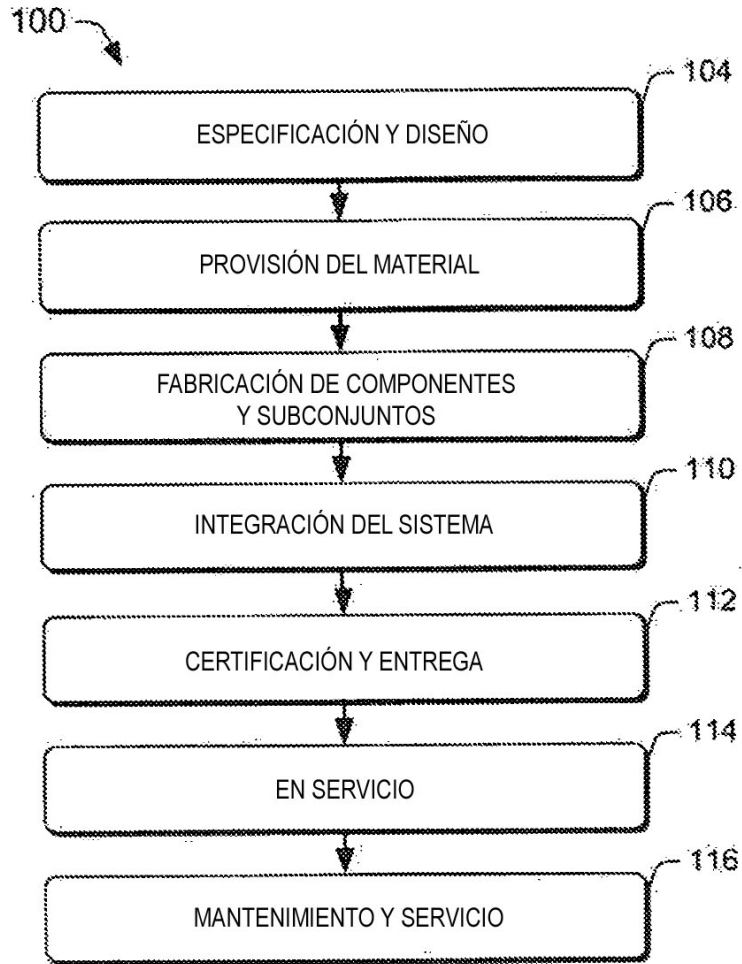


Fig. 1

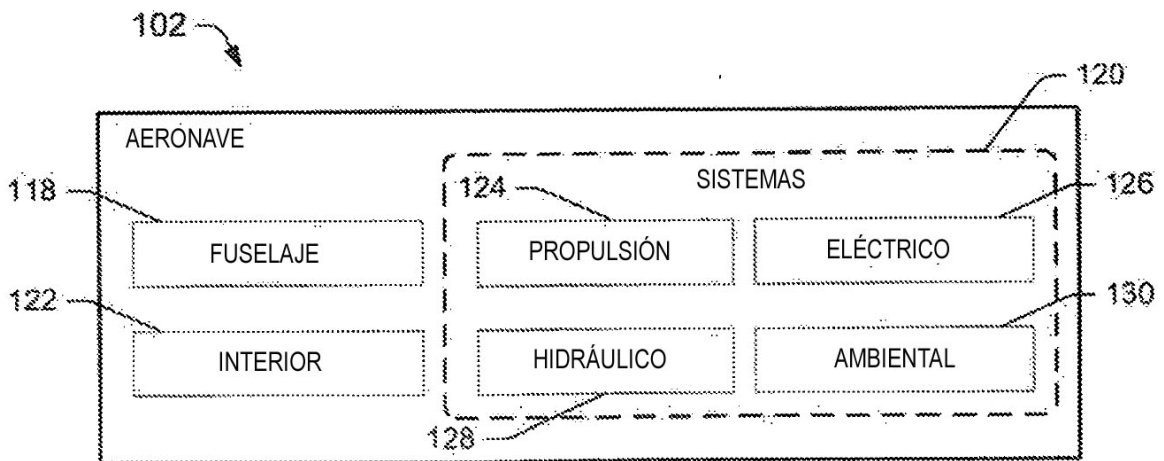


Fig. 2

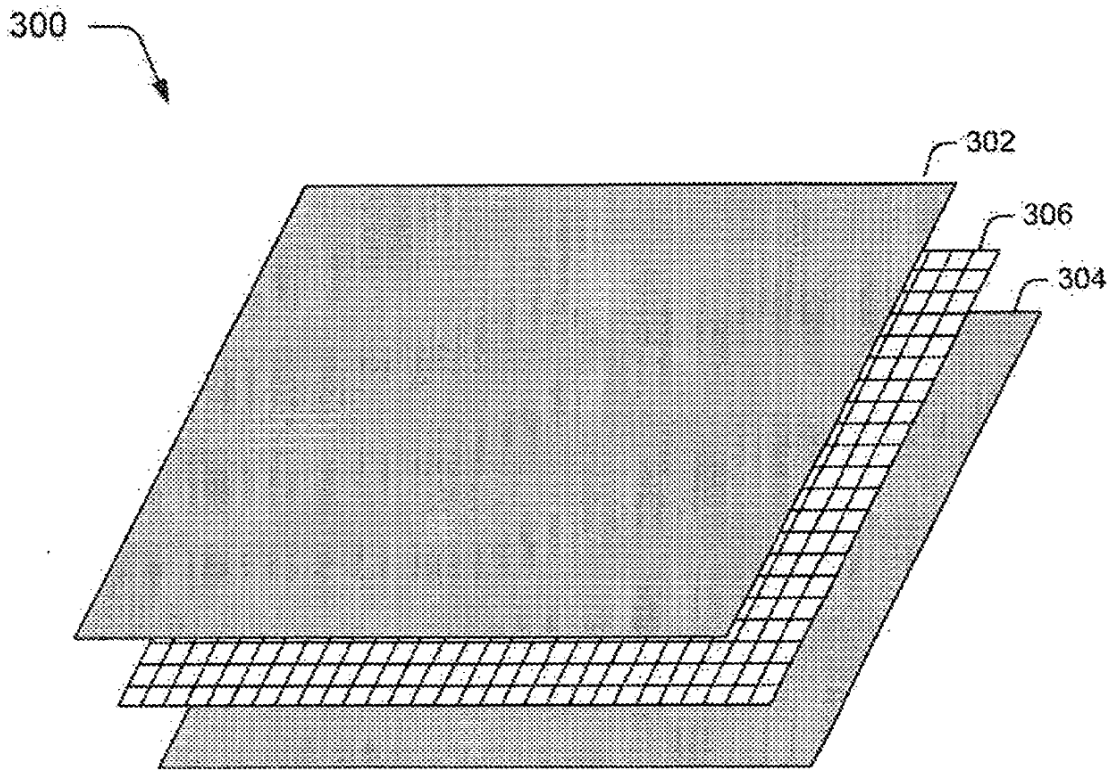


Fig. 3

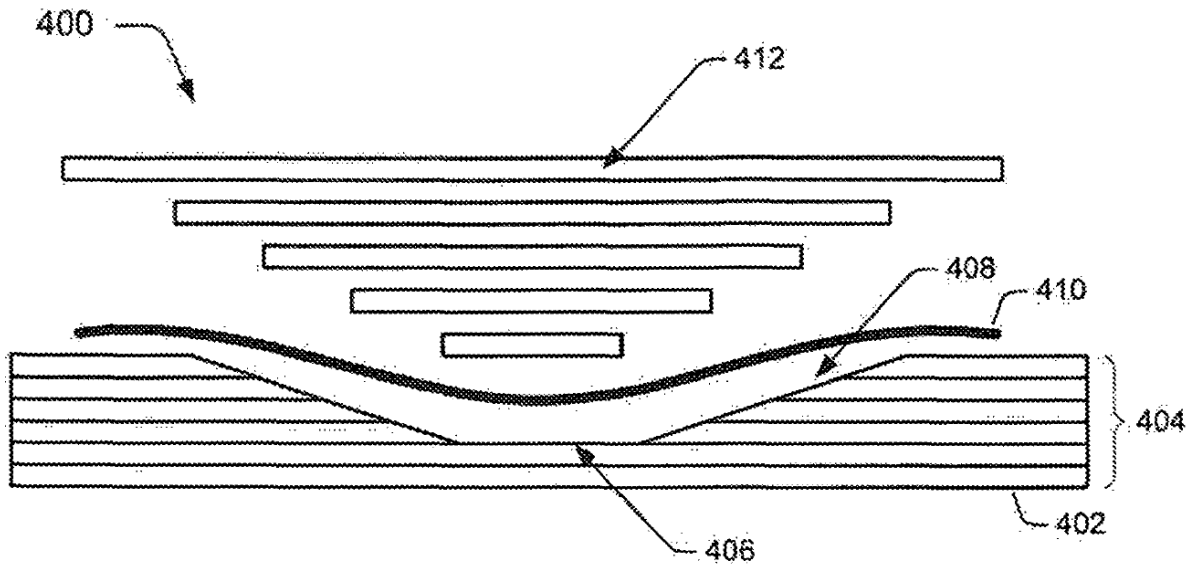


Fig. 4a

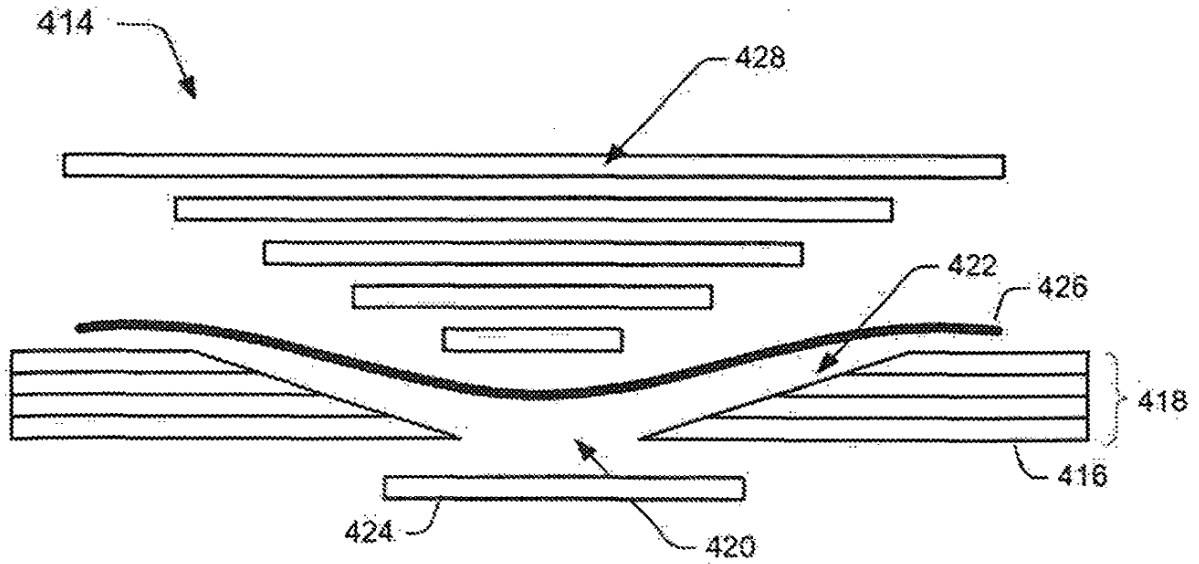


Fig. 4b



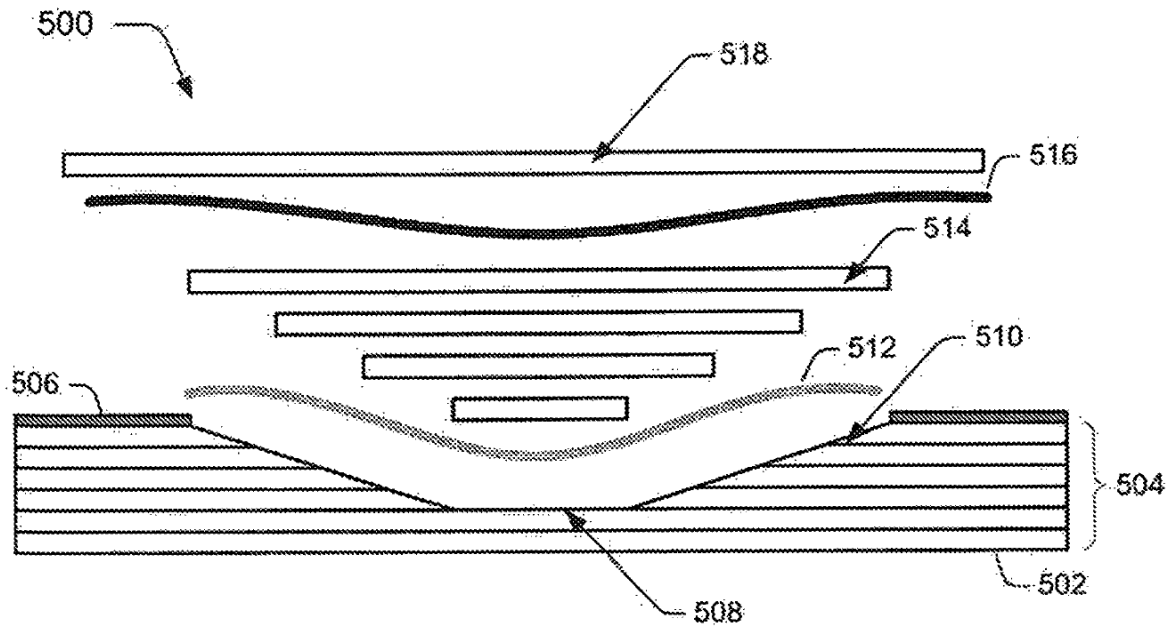


Fig. 5a

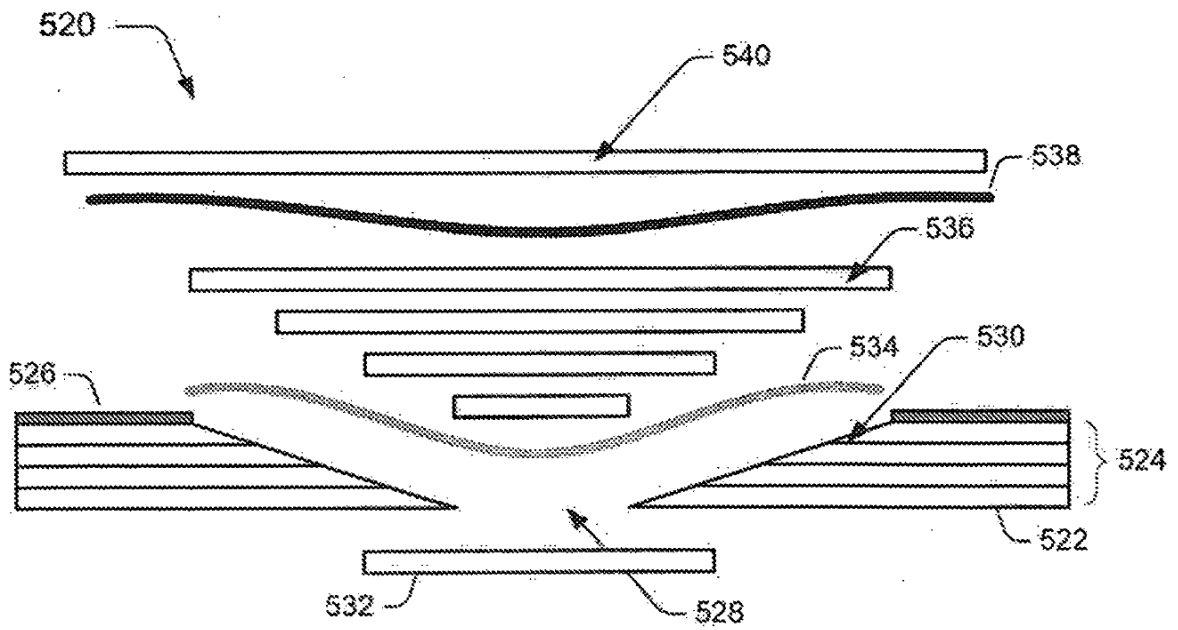


Fig. 5b

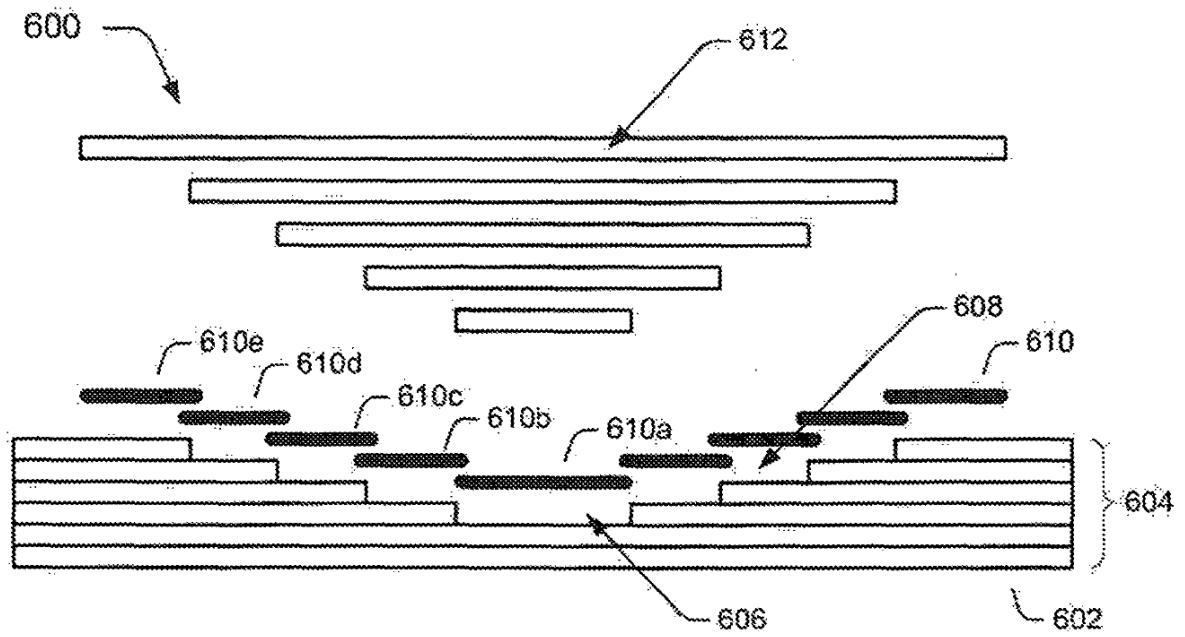


Fig. 6a

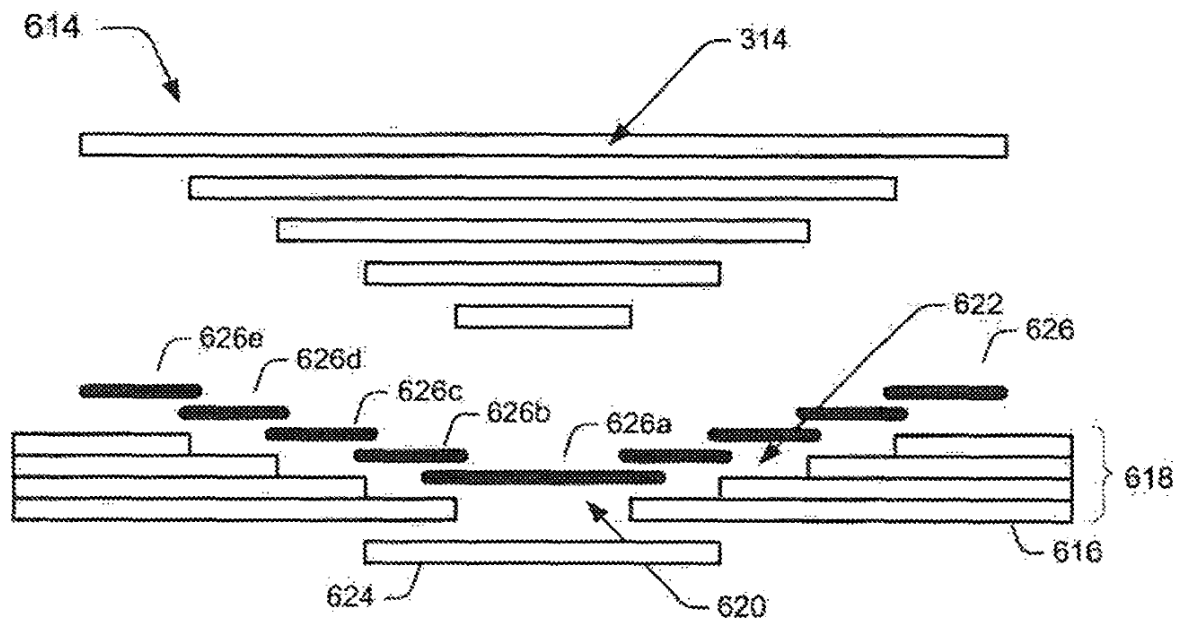


Fig. 6b

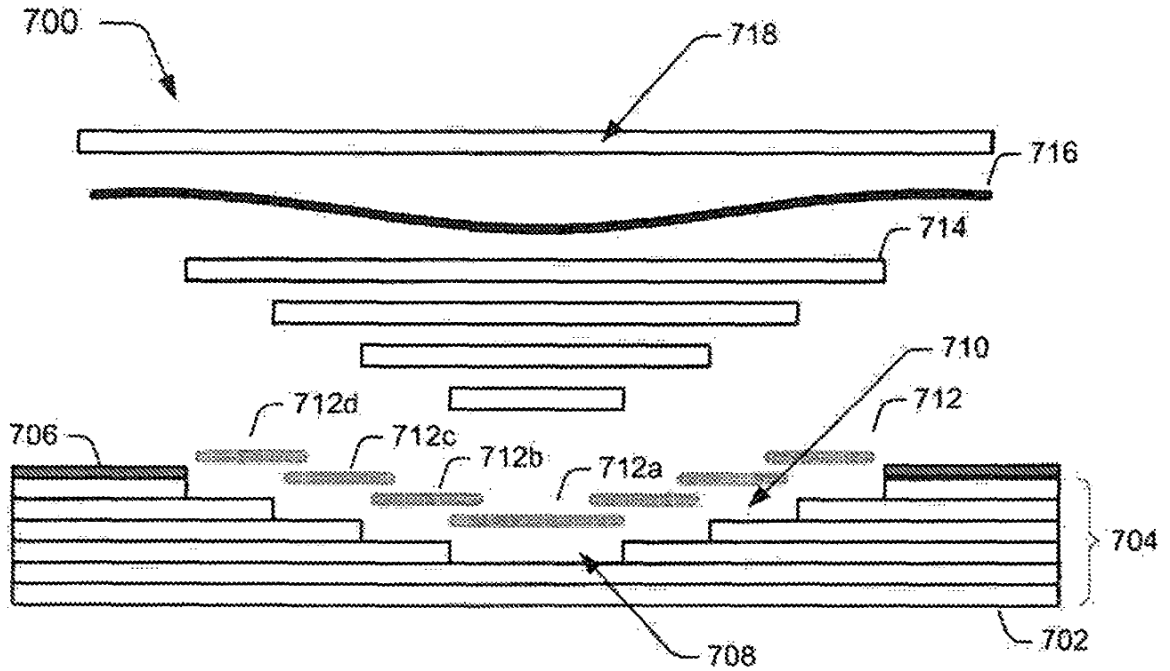


Fig. 7a

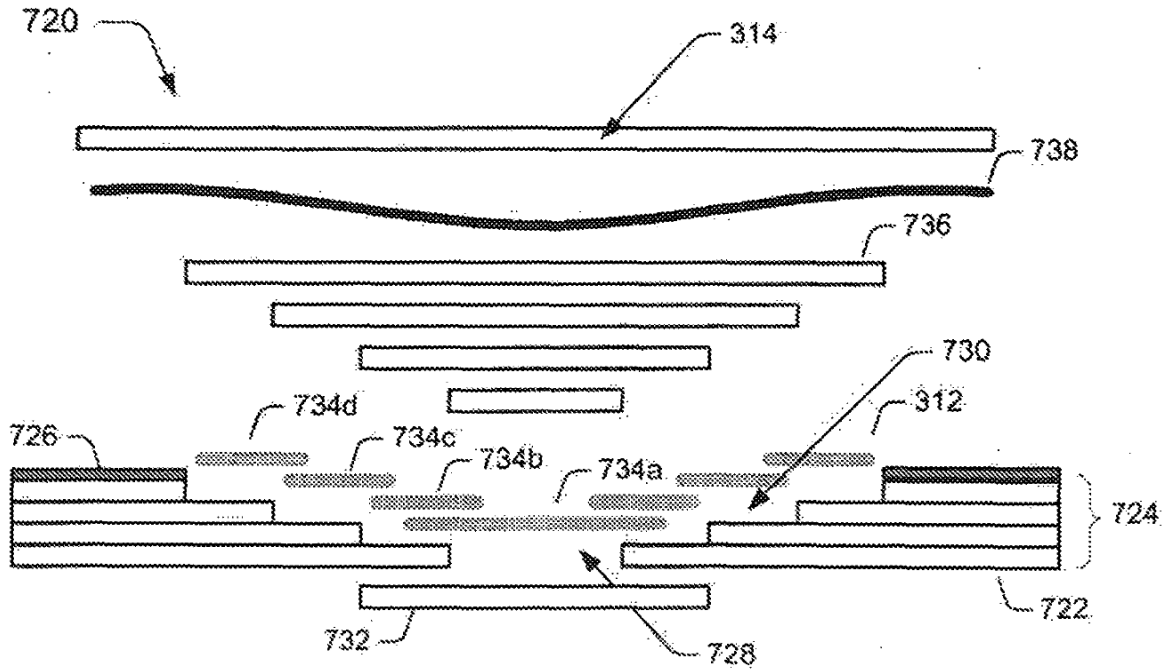


Fig. 7b

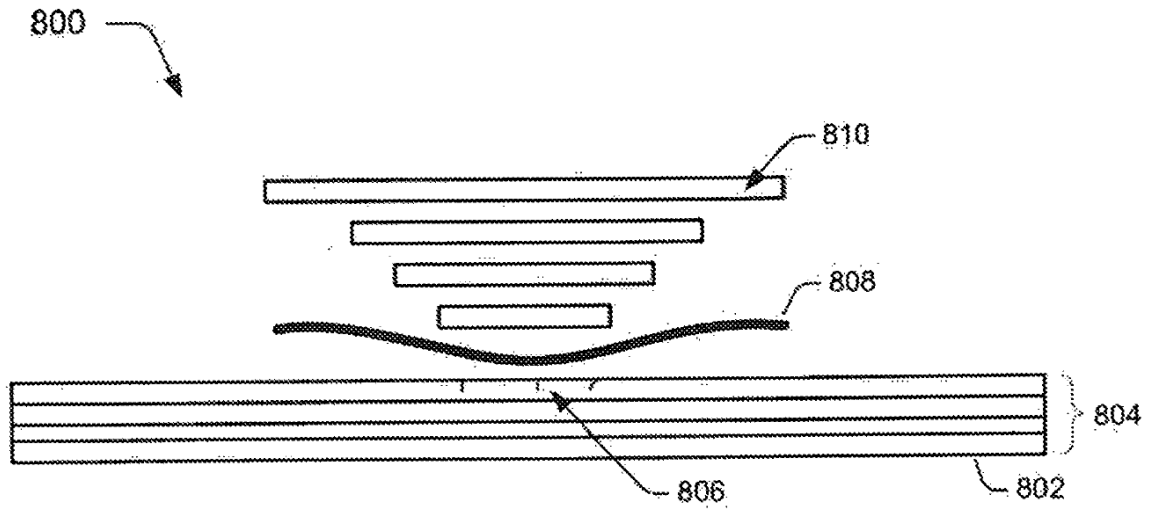


Fig. 8a

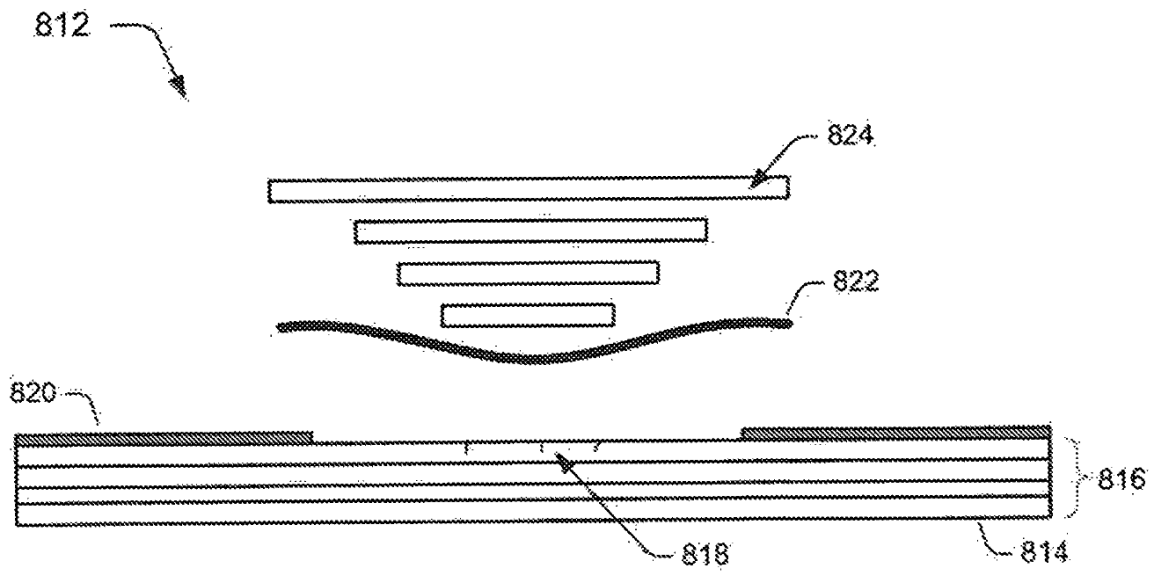


Fig. 8b

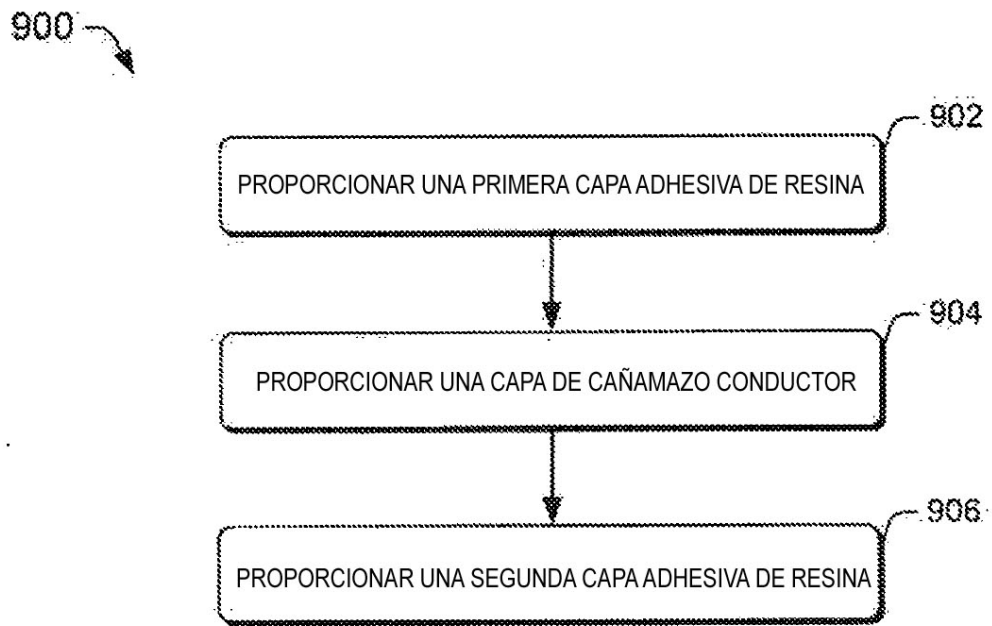


Fig. 9

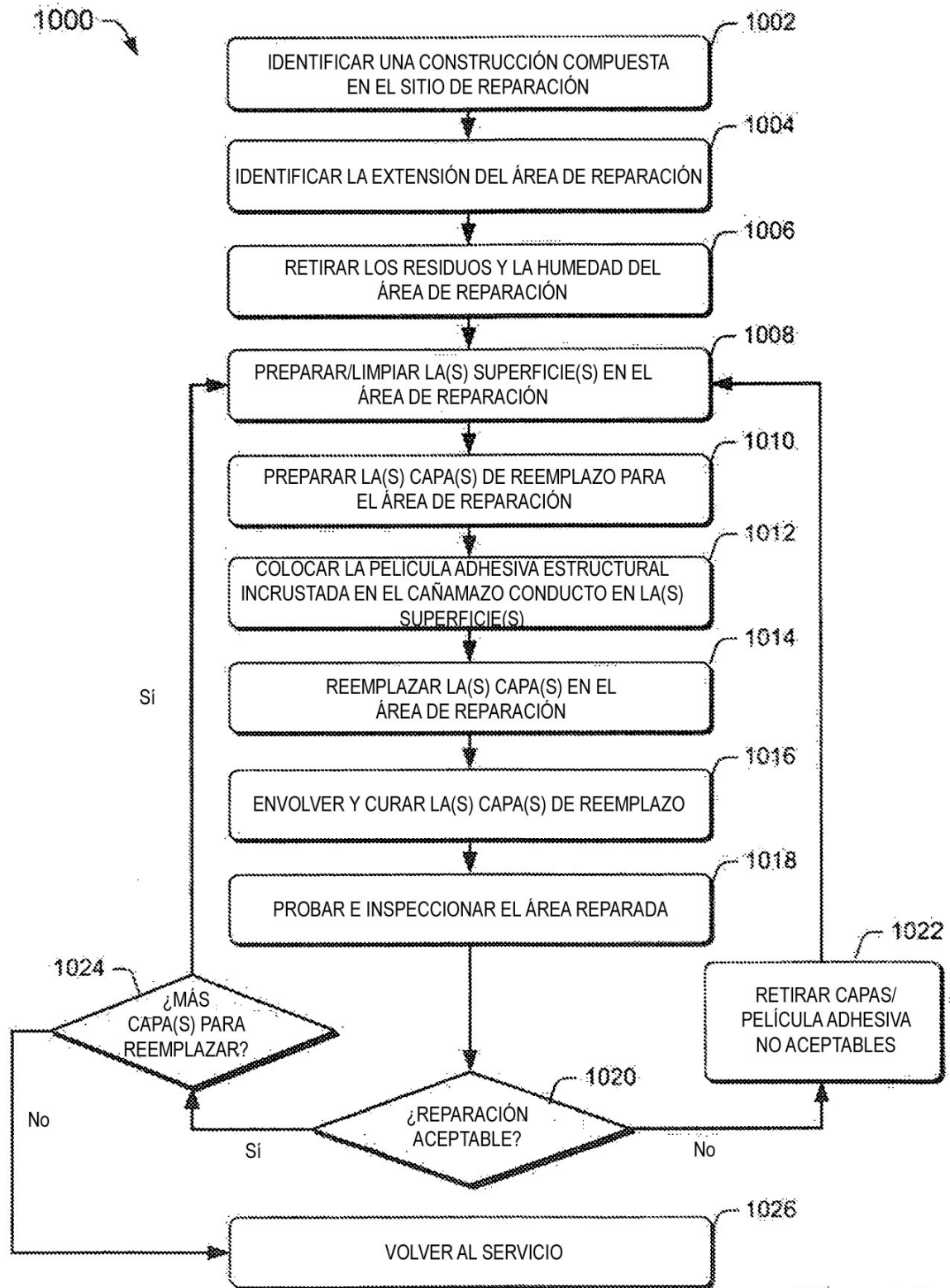


Fig. 10

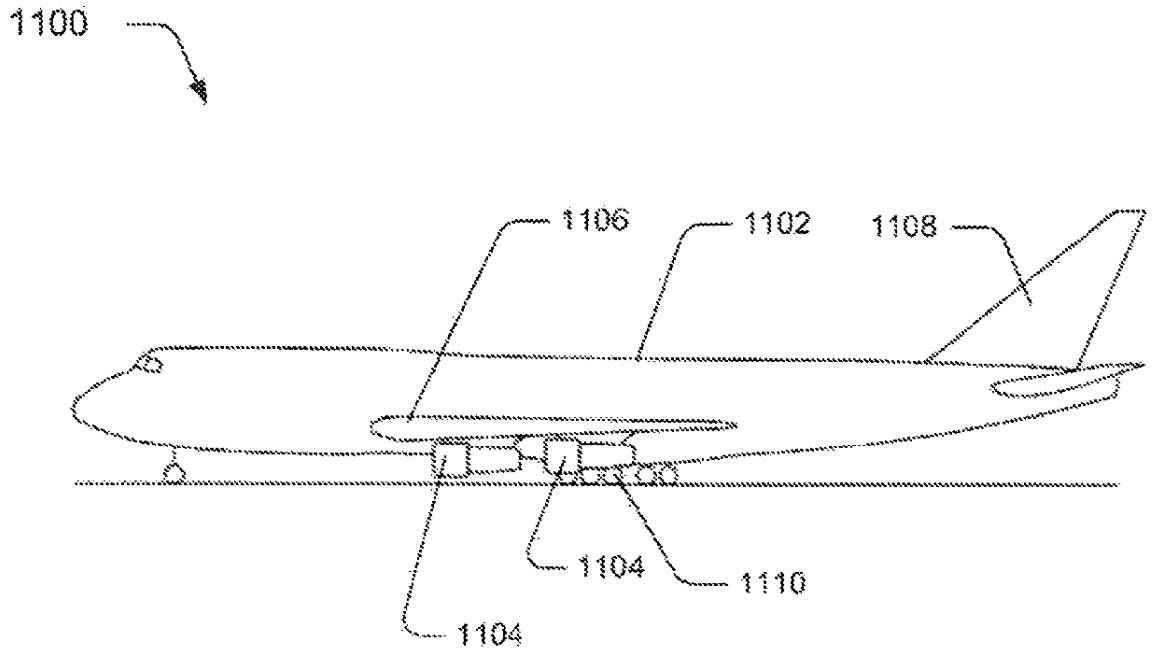


Fig. 11