

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 413**

51 Int. Cl.:

B29C 70/30 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

D01F 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2009 E 09793092 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 2331612**

54 Título: **Reducción de pliegues en estratos de compuestos no vulcanizados**

30 Prioridad:

30.09.2008 US 242536

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

19.04.2013

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**GUZMAN, JUAN C;
MCCARVILLE, DOUGLAS A;
ROTTER, DANIEL M.;
WASHBURN, TODD J;
WILLDEN, KURTIS S y
DARROW, DONALD C**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 413 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

Reducción de pliegues en estratos de compuestos no vulcanizados.

5 CAMPO TÉCNICO

Esta exposición está relacionada en general con la fabricación de estratos compuestos, y trata más en particular con un método para la reducción de pliegues en los estratos no vulcanizados.

ANTECEDENTES

10 Durante el proceso de moldeo de múltiples capas de una preimpregnación no vulcanizada para formar un estrato compuesto, los pliegues pueden formarse algunas veces en una o más de las capas. El arrugamiento puede estar debido sin limitación a una capa que esté deformándose durante el proceso de moldeo, y/o una fricción relativamente alta entre las fibras de reforzamiento provocada por la adherencia relativamente alta entre las fibras de reforzamiento provocada por la adherencia de la resina sin vulcanizar. Los pliegues no son deseables porque
15 pueden dar lugar a espacios vacíos o discontinuidades en el estrato vulcanizado.

En el pasado, los pliegues presentados en un moldeo sin vulcanizar pueden eliminarse por la aplicación de calor y presión en los pliegues mediante el "barrido" del pliegue mediante la utilización de una herramienta manual que
20 tienda a alisar el pliegue. Esta técnica anterior para la eliminación de los pliegues requiere tiempo, y en algunos casos puede ser poco efectivo.

En consecuencia, existe una necesidad de un método para reducir o eliminar los pliegues en los estratos de resina reforzada que sea efectivo, rápido y que no altere substancialmente las fibras de reforzamiento durante el proceso
25 de reducción de los pliegues.

SUMARIO

El documento US 5464493 está relacionado con un artículo formado integralmente por miembros compuestos de termoplástico que tienen un primer miembro que se compone de un estrato preformado de una pluralidad de telas
30 compuestas de termoplásticos, que comprende fibras de refuerzo y una resina de termoplásticos, y un segundo miembro que es un estrato unido parcialmente de una pluralidad de telas compuestas termoplásticas, que comprende unas fibras de reforzamiento y una resina de termoplástico, una porción no unida del segundo miembro, llevado al contacto con el primer miembro, y calentada a una temperatura más alta que un punto de fusión de la resina de termoplástico bajo presión, de forma que la porción no unida del segundo miembro esté unida
35 integralmente al primer miembro.

Los pliegues formados en los estratos sin vulcanizar durante el proceso de moldeo pueden substancialmente reducirse o eliminarse mediante el sometimiento de los pliegues a una combinación de vibraciones de baja amplitud, de alta frecuencia y presión. El proceso de reducción de los pliegues es efectivo y da lugar a una mínima alteración
40 adversa o de las fibras reforzadas. La reducción de los pliegues en los estratos no vulcanizados puede conseguirse en menos tiempo, en comparación con las técnicas de barrido manual anteriores, que conducen a un método de aplicaciones de fabricación de alta velocidad, y que pueden requerir un equipo especializado mínimo para llevar a cabo el proceso de reducción de pliegues.

El método expuesto es efectivo en particular en la reducción o la eliminación de pliegues en donde las capas de un moldeo tienen una tendencia a agruparse en forma conjunta, como en el caso de elementos de rigidez de un sombrero formados sobre las transiciones de las capas, en donde las patas internas forman partes tales como marcos C y Z, y ciertas áreas de los elementos de la aleta para aplicaciones en los aviones.

De acuerdo con una realización del método expuesto, la reducción de un pliegue en una resina de preimpregnación de fibras reforzadas comprende el sometimiento del pliegue a una serie de vibraciones. El pliegue puede estar sometido a vibraciones mediante un cabezal de un transductor en contacto con la capa, excitando al transductor para hacer que vibre, y desplazando el cabezal del transductor sobre el pliegue. Las vibraciones tienen preferiblemente una alta frecuencia y una baja amplitud. Puede colocarse una hoja protectora entre el cabezal del transductor y la capa con el fin de proteger las fibras de refuerzo contra la deformación o la alteración mediante el
50 cabezal del transductor. La presión puede aplicarse al pliegue a través del cabezal del transductor con el fin de mejorar la reducción del pliegue.

De acuerdo con otra realización del método, la reducción de los pliegues en un moldeo compuesto no vulcanizado comprende: uso de un cabezal para aplicar presión en la capa en la zona de los pliegues; desplazar el cabezal sobre los pliegues conforme se aplica la presión en el moldeo; aplicando las vibraciones a los pliegues mediante la vibración del cabezal conforme se aplique la presión al moldeo por el cabezal. Puede colocarse una hoja entre el cabezal y el moldeo en la zona de los pliegues con el fin de proteger las fibras de refuerzo en el moldeo, y en donde la presión puede aplicarse con el cabezal en el moldeo mediante la presión del cabezal contra la hoja. El cabezal puede estar excitado utilizando una señal de alta frecuencia y baja amplitud.

65

- 5 De acuerdo con una realización adicional del método, la fabricación de un subconjunto de compuesto de un avión comprende: formación de un moldeado de compuesto de fibra reforzada multicapa, en donde al menos uno de los pilares incluye un pliegue; reducción del pliegue mediante la utilización del pliegue por la utilización de un cabezal de un transductor para aplicar presión en al menos una capa en la zona del pliegue, moviendo el cabezal del transductor sobre la capa; excitando el cabezal del transductor para hacerlo vibrar conforme el cabezal del transductor aplica la presión sobre al menos una capa; y la vulcanización del moldeado. El método puede además comprender el recubrimiento del pliegue con un conjunto suave mediante la colocación de un barrido liso sobre al menos una porción del moldeado, aplicando presión en al menos una capa mediante la presión del cabezal del transductor contra la hoja; y después eliminando la hoja del moldeado después de que el pliegue se haya reducido.
- 10 De acuerdo con un aspecto, existe un método para la reducción de los pliegues en un moldeado de compuesto que comprende:
- 15 Utilización de un cabezal para aplicar presión en la zona de los pliegues; desplazar el cabezal sobre los pliegues conforme la presión se esté aplicando en el moldeado; y aplicar vibraciones mediante la vibración del cabezal conforme al presión se esté aplicando al moldeado del cabezal.
- 20 Preferiblemente, el método comprende además:
- 25 proteger el moldeado mediante la colocación de una hoja sobre el moldeado en la zona de los pliegues, y en donde la presión se aplique por el cabezal en el moldeado mediante la presión del cabezal contra la hoja.
- 30 Hacer vibrar el cabezal que puede incluir la excitación del cabezal con una señal de alta frecuencia.
- La excitación del cabezal puede incluir la excitación del cabezal con una señal que tenga una frecuencia entre aproximadamente 15.000 Hz y 70.000 Hz.
- 35 La vibración del cabezal puede incluir la excitación del cabezal con una señal de baja amplitud.
- La excitación del cabezal con una señal de baja amplitud puede incluir la aplicación de una señal al cabezal que tenga una amplitud de entre aproximadamente 0,0005 pulgadas y 0,005 pulgadas.
- 40 La hoja puede incluir una superficie protectora substancialmente suave contra la cual se presiona el cabezal.
- Preferiblemente, el método comprende además el calentamiento de la capa al menos en el área de los pliegues.
- Se proporciona también un método de fabricación de un subconjunto de un compuesto para un avión que comprende:
- 45 Formación de un moldeado de un compuesto de fibras reforzadas, en donde al menos uno de los pilares incluye un pliegue; reducción del pliegue mediante:
- 50 utilización de un cabezal de un transductor para aplicar presión en al menos una capa en la zona del pliegue, desplazar el cabezal del transductor sobre la capa, excitar el cabezal del transductor para hacerlo vibrar conforme el cabezal del transductor aplica la presión en al menos una capa; compactar el moldeado; y vulcanizar el moldeado
- El método puede además comprender:
- 55 Recubrimiento del pliegue con una hoja suave mediante la colocación de la hoja suave sobre al menos una porción del moldeado; y eliminación de la hoja del moldeado después de haber reducido el pliegue, en donde la utilización de un cabezal de transductor es para aplicar presión en al menos una capa que incluye la presión del cabezal del transductor contra la hoja.
- 60 Excitación del cabezal del transductor para hacer vibrar que puede incluir la aplicación de una señal de excitación de alta frecuencia en el cabezal del transductor.
- La aplicación de una señal de excitación de alta frecuencia puede incluir la aplicación de una señal que tenga una frecuencia de entre aproximadamente 15.000 Hz y 70.000 Hz.
- 65 La señal puede tener una baja amplitud.

Preferiblemente la amplitud de la señal está entre aproximadamente 0,0005 pulgadas y 0,005 pulgadas.

El método puede incluir además:

- 5 calentar al menos una capa en la zona del pliegue.

Se proporciona también un método de fabricación de un subconjunto de compuesto para un avión, que comprende:

- 10 Formación de un moldeado de compuesto de fibra reforzada, en donde el moldeado incluye un pliegue;
 reducir el pliegue mediante:
 colocar una hoja substancialmente suave sobre el moldeado que cubre el pliegue,
 llevando el cabezal del transductor a entrar en contacto con la hoja,
 15 aplicando presión al pliegue mediante la presión del cabezal del transductor contra la hoja en la zona del
 pliegue,
 desplazar el cabezal del transductor sobre el moldeado conforme el cabezal del transductor está siendo
 presionado contra la hoja,
 20 calentar el moldeado en al menos la zona del pliegue;
 excitar el cabezal del transductor para hacerlo vibrar con una señal de alta frecuencia y baja amplitud
 conforme el cabezal del transductor está siendo presionado contra la hoja;
 eliminar la hoja después de que se haya reducido el pliegue
 compactar el moldeado; y
 vulcanizar el moldeado.

- 25 Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones expuestas llegarán a ser evidentes a partir de la
 siguiente descripción de las realizaciones, al considerarse de acuerdo con los dibujos adjuntos y las
 reivindicaciones anexas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

- 30 La figura 1 es una ilustración en perspectiva de un estrato no vulcanizado que tiene un pliegue formado en las
 capas superiores del mismo.
 La figura 2 es una ilustración en perspectiva del estrato no vulcanizado mostrado en la figura 1 y además
 describiendo un cabezal del transductor presionado contra el pliegue.
 35 La figura 3 es una ilustración en perspectiva similar a la figura 2 pero mostrando una hoja protectora que se
 ha colocado entre el cabezal del transductor y el estrato.
 La figura 4 es una ilustración en perspectiva del estrato no vulcanizado que se muestra en las figuras 2 y 3,
 en donde se ha reducido una porción del pliegue.
 La figura 5 es una ilustración seccional tomada a lo largo de la línea 5-5 en la figura 3.
 40 La figura 6 es una ilustración seccional transversal mostrada en la figura 5 después de haber reducido el
 pliegue.
 Las figuras 7 a 9 son vistas en planta que ilustran unas formas a modo de ejemplo de los pliegues que
 pueden reducirse de acuerdo con las realizaciones expuestas.
 La figura 10 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra las etapas de un método para reducir los pliegues
 en un estrato sin vulcanizar.
 45 La figura 11 es un diagrama de flujo de una producción de aviones y de la metodología de servicio.
 La figura 12 es un diagrama de bloques de un avión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 50 Con referencia a la figura 1, el estrato de compuesto no vulcanizado 20 comprende las múltiples capas 22 de fibras
 reforzadas, un material preimpregnado sin limitación, con las fibras de carbono de refuerzo mantenidas en una
 matriz de resina de epoxia. Las fibras de refuerzo en las capas 22 pueden estar tejidas o trenzadas y pueden tener
 cualquiera de una amplia variedad de orientaciones de las fibras. En algunos casos, algunas de las capas 22
 pueden comprender unas fibras unidireccionales preimpregnadas con resina.
 55 El estrato 20 puede comprender por ejemplo, y sin limitación, un moldeado 26 formado sobre un instrumental (no
 mostrado) utilizado para conformar el estrato 20 en una estructura de compuesto deseado. Durante el proceso de
 moldeado en donde las capas 22 se apilan sucesivamente sobre el instrumental (no mostrado), uno o más pliegues
 24, denominados también como pliegues 24, pueden formarse en algunos o en todos los pliegues 22. En algunos
 casos, los pliegues 24 pueden estar presentes en solo el de nivel superior de las capas del estrato 20.
 60 Los pliegues 24 pueden estar provocados sin limitación por las irregularidades en la forma en que las capas
 individuales 22 están moldeadas, o bien pueden ser el resultado de unas zonas de superficies no lisas, ángulos, etc.,
 que forman parte del instrumental (no mostrado). En cualquier caso, la adherencia de la resina usada como una
 matriz para retener las fibras de refuerzo pueden crear una fricción entre las fibras de refuerzo 34 así como también
 65 como fricción entre las capas adyacentes 22 que pueden impedir la relajación de los pliegues 24. Deberá observarse
 aquí que el estrato 20 que comprende las capas de la preimpregnación 22 se han ilustrado, en donde las

5 realizaciones del método expuesto pueden utilizarse para reducir los pliegues en una preforma seca que posteriormente está infundida con resina, en donde la preforma utiliza una unión de resina que puede aumentar los plegados de las capas de la preforma. Deberá observarse también que aunque la realización del método se ha ilustrado en relación con la reducción de los pliegues en un moldeado de capas múltiples 26, el método puede utilizarse también ventajosamente para reducir los pliegues en una única capa.

10 De acuerdo con las realizaciones expuestas, los pliegues 24 pueden reducirse, o bien en algunos casos pueden eliminarse, por la aplicación de vibraciones de alta frecuencia, baja amplitud en la superficie 34 del estrato 20 en la zona de los pliegues 24. Además de ello, la aplicación de la presión en forma simultánea con la aplicación de la energía vibración al en los pliegues 24 puede realzar la reducción de los pliegues 24. En una realización, las vibraciones se aplican a los pliegues 24 por los medios de un cabezal de transductor 28 que tiene una cara 30 inferior suave que se acopla y aplica una presión a los pliegues 24 sobre la superficie 34.

15 El cabezal del transductor 28 puede comprender un dispositivo disponible comercialmente que convierte la energía eléctrica en energía vibracional que se amplifica y se enfoca sobre la cara 30. La frecuencia y amplitud de las vibraciones aplicadas variará dependiendo de la aplicación y de una amplia variedad de factores, incluyendo aunque sin limitación del grosor del estrato 20, del tipo de la matriz de resina, del diámetro de las fibras de refuerzo, del tamaño del cabezal del transductor 28 y del nivel de la energía aplicada. En una aplicación típica utilizando un cabezal de transductor de 1 pulgada operando a 600 vatios, con una frecuencia de 35.000 Hz se obtuvieron unos resultados satisfactorios. En otras aplicaciones, una frecuencia de entre 15.000 Hz y 70.000 Hz pueden proporcionar unos resultados satisfactorios. El rango de las amplitudes adecuadas pueden variar con el tipo y dimensión del cabezal del transductor 28, no obstante, y en general una amplitud de entre 0,0005 (0,0027 cm) y 0,005 pulgadas (0,0127 cm) pueden ser adecuadas para un rango determinado de aplicaciones. El tipo y dimensión del cabezal preferidos del cabezal del transductor 28 dependerá de la geometría del pliegue, del apilamiento de las capas, del grosor de los pliegues y de la forma del instrumental.

30 Con referencia ahora a la figura 3, en algunas aplicaciones, puede ser ventajoso el colocar una hoja protectora 36 de material entre la cara del transductor 30 y la superficie 34 del estrato 20. La hoja 36 puede comprender por ejemplo y sin limitación, una tela de fibra de vidrio revestida Teflon®, tal como el compuesto Armalon® que tiene una superficie superior 37 substancialmente suave. La hoja 36 puede actuar para proteger las fibras en la capa superior 22 contra la deformación alterada por el acoplamiento con la cara móvil 30 del cabezal del transductor. Adicionalmente, la hoja 36 puede funcionar para distribuir mejor la presión aplicada por el cabezal transductor 28 a la superficie 34 del estrato 20, mientras que la superficie superior 37 suave proporcionará una interfaz entre el pliegue 24 y la cara del transductor 30 que tiene menos fricción que la superficie 34. Finalmente, la hoja protectora 36 eliminará también la resina formada sobre la cara del transductor 30 que puede tener lugar si el cabezal transductor se acopla directamente a la superficie 34 del estrato 20.

40 El cabezal del transductor 28 puede desplazarse sobre los pliegues 24 en cualquiera de distintas direcciones tal como una línea con la dirección u orientación de los pliegues 24 o en forma transversal a dicha orientación. La figura 4 muestra un pliegue 24 que ha sido tratado parcialmente de acuerdo con las realizaciones expuestas. Tal como se ilustra en la figura 4, una sección 38 del pliegue 24 se ha reducido substancialmente habiéndose eliminado por la aplicación simultánea de la energía vibracional y la presión utilizando el método anteriormente descrito.

45 La figura 5 ilustra la relación de apilamiento entre el estrato 20, la hoja 36 y el cabezal transductor 28. La hoja 36 se aplica sobre el área del pliegue 24, el cual en este caso comprende tres capas designadas por el numeral 45 que crea un pliegue 24. Una presión en sentido hacia abajo en la dirección de la flecha 40 se aplica por el cabezal transductor 28 al pliegue 24 como una energía vibracional en forma simultánea. El movimiento reducido de vibración de alta velocidad en las capas estratificadas 22 supera la fricción estática en la resina no vulcanizada, permitiendo que las fibras, que están dispuestas típicamente en haces, puedan deslizarse entre si y pudiendo reducir la altura del pliegue. El movimiento vibratorio puede crear un calor friccional en una magnitud suficiente para reducir temporalmente la viscosidad de la resina, mejorando adicionalmente la relación del pliegue.

50 En algunas aplicaciones, puede ser ventajoso aplicar también un calor adicional 32 al pliegue 24 cerca del cabezal del transductor 28 utilizando una pistola de calor (no mostrada) o bien otra fuente de calor adecuada, o bien precalentar el estrato completo 20, no obstante el calor aplicado no deberá ser grande como para vulcanizar la resina. El calentamiento del pliegue 24 puede reducir temporalmente la viscosidad de la resina, y reduciendo por tanto la fricción entre las fibras de refuerzo que permiten que el pliegue se relaje de forma más rápida.

60 La figura 6 ilustra el pliegue 24 que se muestra en la figura 5 después del tratamiento de acuerdo con el método expuesto. La aplicación simultánea de alta frecuencia, energía vibración al de baja amplitud y presión permiten que las fibras de refuerzo se deslicen entre si, dando lugar al aplanamiento del pliegue 24. Aunque la figura 6 describe el pliegue 24 como habiéndose reducido en la altura substancialmente, en algunas aplicaciones el pliegue puede estar eliminado en forma esencial.

65 En algunos entornos de producción de alta velocidad, en donde los pliegues tienden a aparecer en las mismas zonas en general del estrato 20, puede ser deseable el automatizar el método de reducción de los pliegues

anteriormente descritos. Por ejemplo, el cabezal del transductor 28 puede montarse sobre el brazo de un robot multieje (no mostrado) controlado por un ordenador (no mostrado) o bien un controlador lógico programable (no mostrado).

5 Se observará aquí que aunque se ha ilustrado en las figuras 1-6 un pliegue de forma lineal por conveniencia en la descripción de las realizaciones, las realizaciones expuestas pueden utilizarse también para reducir los pliegues que tengan una variedad de otras formas. Por ejemplo, las realizaciones pueden ser útiles para reducir un pliegue 24a en forma de burbuja tal como se muestra en la figura 7, en la figura 8 se muestra un pliegue cónico 24b, o bien los pliegues que se cruzan 24c mostrados en la figura 9, por nombrar algunos pocos.

10 El método de reducción de los pliegues anteriormente descritos, se ilustra adicionalmente en el diagrama de flujo de la figura 10. Comenzando en la etapa 42, la pluralidad de capas 22 de preimpregnación están dispuestas sobre un instrumental adecuado (no mostrado). A continuación en 44, los pliegues presentes en el moldeado están localizados opcionalmente en 46, y la hoja 36 está localizada sobre la superficie superior del moldeado. En algunas aplicaciones, tal como se muestra en 48, el calor puede aplicarse opcionalmente al pliegue 24 bien antes (precalentado) o durante el proceso de reducción del pliegue. En la etapa 50, el cabezal del transductor 28 está llevado a entrar en contacto con la hoja 36, y la presión se aplica a través de la hoja 36. En la etapa 52, se aplica una señal de alta frecuencia y baja amplitud al cabezal transductor 28, provocando que este último pueda vibrar. En general, estas vibraciones serán substancialmente normales a la superficie 34 del moldeado 24 (es decir, hacia arriba y hacia abajo), no obstante podrán tener unos componentes oscilatorios laterales.

15 Conforme la energía de presión vibracional se continúe aplicando al pliegue 24, el cabezal 28 del transductor se moverá a través del pliegue 24, tal como se muestra en la etapa 54. Siguiendo el tratamiento de reducción antes descrito, los pliegues 24 pueden inspeccionarse en 56, y si fuera necesario los pliegues pueden volverse a tratar tal como se muestra en la etapa 58. Cuando los pliegues 24 hayan sido substancialmente reducidos o eliminados, el cabezal del transductor 28 y la hoja protectora 36 podrán eliminarse en la etapa 60, en donde la moldura puede compactarse en la forma normal, tal como se muestra en la etapa 62.

20 Las realizaciones de la exposición pueden encontrar una utilización en una amplia variedad de aplicaciones potenciales, y en particular en la industria del transporte, incluyendo por ejemplo las aplicaciones en el campo aeroespacial, en la marina y en el automóvil. Así pues, con referencia ahora a las figuras 11 y 12, las realizaciones de la exposición pueden utilizarse en el contexto de fabricación de aviones y en el método de servicio 64 tal como se muestra en la figura 11 y de un avión 66 tal como se muestra en la figura 12. Durante la pre-producción, el método a modo de ejemplo 64 puede incluir la especificación y el diseño 68 del avión 66 y el suministro del material 70. Durante la producción, se tiene lugar a la producción, y fabricación 72 de los componentes y del subconjunto y la integración de los sistemas 74 del avión. Posteriormente, el avión 66 puede avanzar a través de la Certificación y suministro 76, con el fin de ponerlo en servicio 78. Cuando esté en servicio por un cliente, el avión 66 está programado para el mantenimiento de rutina y servicio 80 (que puede incluir también la modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, etc.)

25 Cada uno de los procesos del método 64 pueden ejecutarse o llevarse a cabo por un sistema integrador, una tercera parte, y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, el sistema integrador puede incluir sin limitación cualquier número de fabricantes de aviones y los subcontratistas del sistema principal; una tercera parte puede incluir sin limitación cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, una compañía de alquiler, entidad militar, organización de servicios, y así sucesivamente.

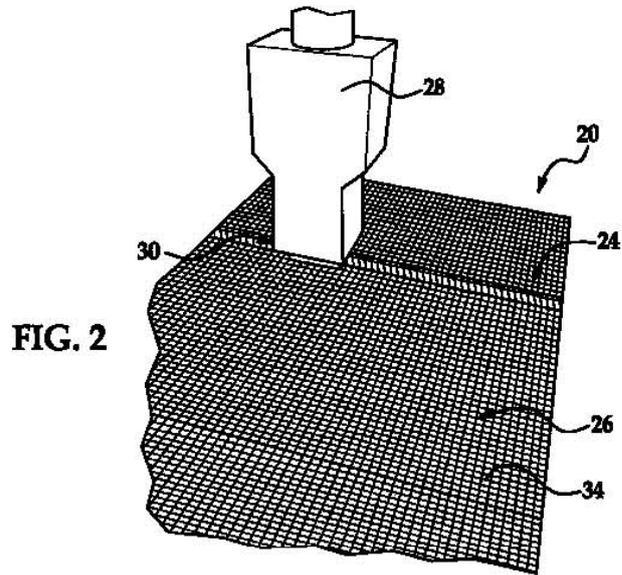
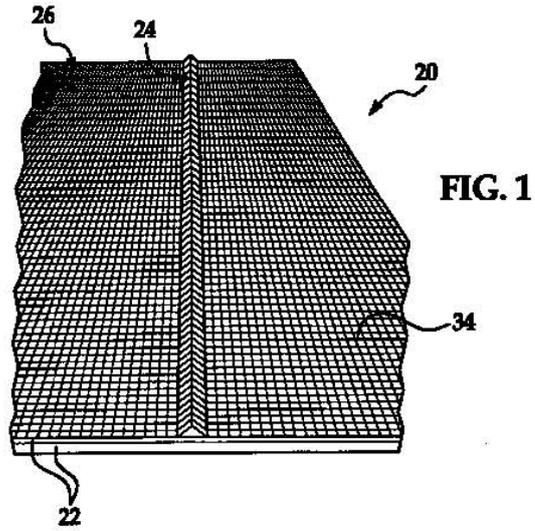
30 Tal como se muestra en la figura 12, el avión 66 fabricado por el método 44 a modo de ejemplo, puede incluir un fuselaje 82 con una pluralidad de sistemas 84 y una zona interior 86. Los ejemplos de los sistemas de alto nivel 84 incluyen uno o más de: sistema de propulsión 88, un sistema eléctrico 90, un sistema hidráulico 92, y un sistema 94 del medio ambiental. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo de un sistema aeroespacial, los principios de la exposición pueden aplicarse a otras industrias, tales como la marina y las industrias de los automóviles.

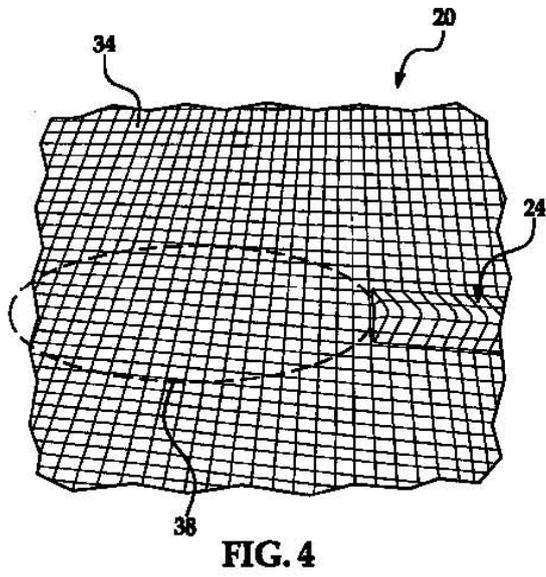
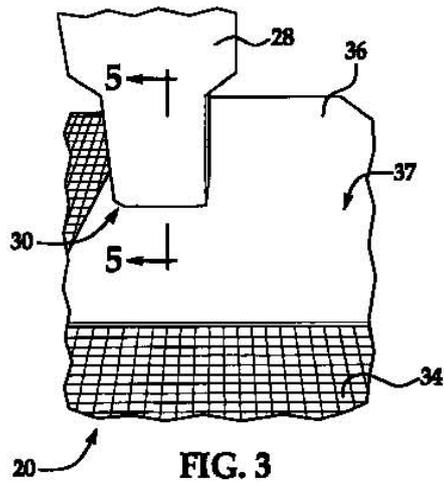
35 Los sistemas y los métodos en este caso pueden utilizarse durante una o más de las etapas de la producción y del método de servicio 64. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 88 pueden fabricarse de una forma similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras que el avión 66 esté en servicio. Así mismo, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de los mismos, o bien podrán utilizarse durante las etapas de producción 72 y 74, por ejemplo, dando salida substancialmente al ensamblado o en la reducción de los costos de un avión 66. De forma similar, uno o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o bien una combinación de los mismos, podrán utilizarse mientras que el avión 66 esté en servicio, por ejemplo, y sin limitación, mantenimiento y servicio 80.

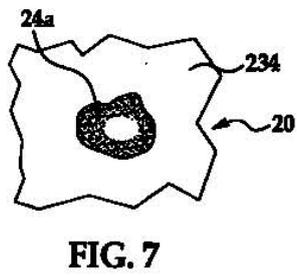
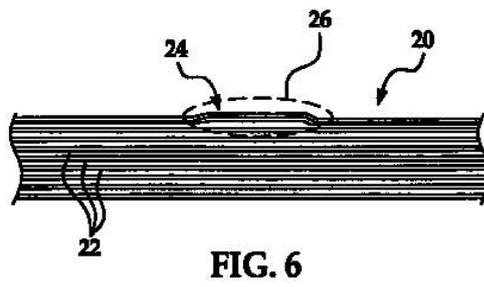
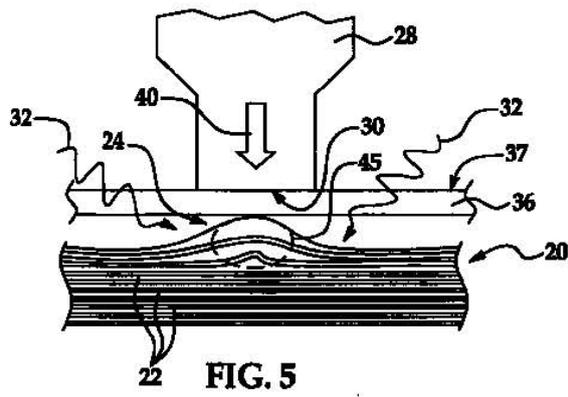
40 Aunque las realizaciones de esta exposición se han descrito con respecto a ciertas realizaciones a modo de ejemplo, se comprenderá que las realizaciones específicas son para los fines de ilustración, y sin limitación, al igual que otras variaciones que se originarán por los técnicos especializados en la técnica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de reducción de un pliegue (24) en una capa de resina de preimpregnación de fibra reforzada (26) que comprende:
- 5 someter el pliegue a vibraciones.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en donde el sometimiento del pliegue a la vibración se ejecuta al:
- 10 llevar el cabezal del transductor (28) al contacto con la capa, excitando el cabezal del transductor para su vibración, y desplazar el cabezal del transductor sobre el pliegue.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, en donde la excitación del cabezal del transductor para que vibre incluye la excitación del cabezal del transductor para poder vibrar en altas frecuencias.
- 20 4. El método de la reivindicación 3, en donde el cabezal del transductor se excita para vibrar a unas frecuencias dentro del rango de 15.000 Hz y 70.000 Hz.
- 20 5. El método de la reivindicación 2, en donde la excitación del cabezal del transductor para que vibre incluye la excitación del cabezal del transductor para que vibre a una baja amplitud.
- 25 6. El método de la reivindicación 4, en donde el cabezal del transductor se excita para que vibre con una amplitud entre 0,0005 pulgadas (0,00127 cm) y 0,005 pulgadas (0,0127 cm).
- 25 7. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- 30 utilizar el cabezal del transductor para aplicar presión en el pliegue conforme el cabezal del transductor se desplaza sobre el pliegue.
- 30 8. El método de la reivindicación 2, que además comprende:
- 30 proteger la capa mediante la colocación de una hoja protectora entre el cabezal del transductor y el pliegue.
- 35 9. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- 35 calentar la capa en el área del pliegue.







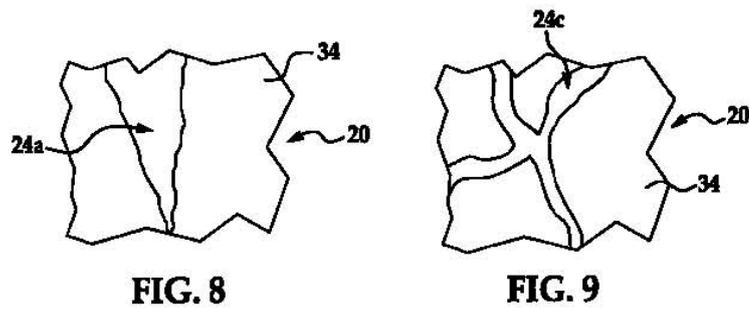


FIG. 8

FIG. 9

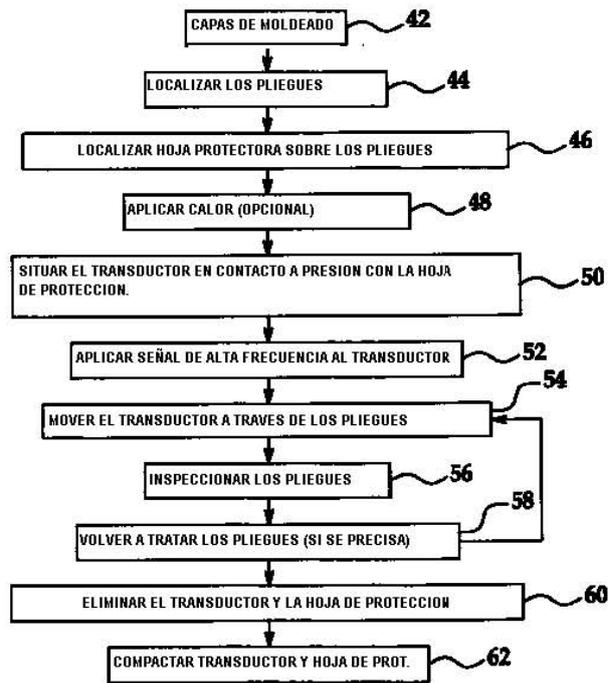


FIG. 10

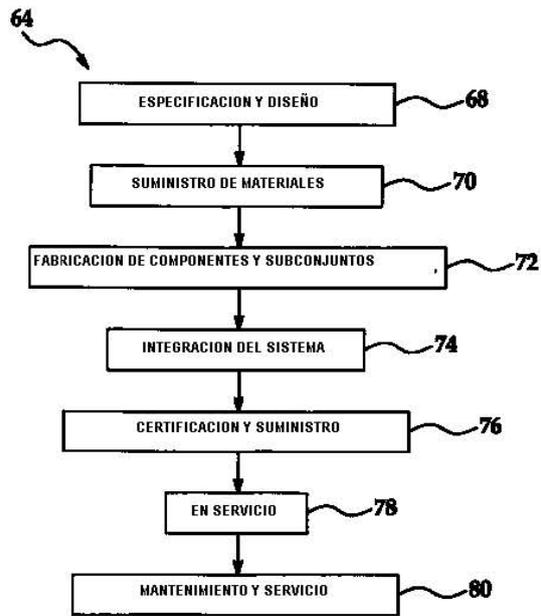


FIG. 11

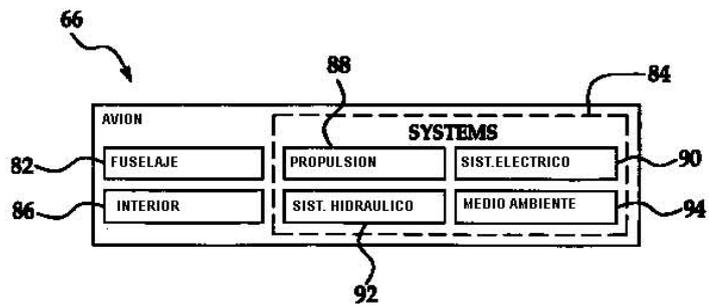


FIG. 12