

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 475**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2012 E 12167277 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 2540480**

54 Título: **Deposición automatizada de resina y fibra para infusión de resina**

30 Prioridad:

26.06.2011 US 201113168990

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

23.11.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SILCOCK, MICHAEL D.;
HOWE, CHRISTOPHER A. y
JOHNSON, BRICE, A.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 643 475 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

Deposición automatizada de resina y fibra para infusión de resina

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere de manera general a la fabricación de estructuras de material compuesto, y trata más particularmente de un método y aparato para la deposición de refuerzos de fibra, y de la película de resina usada para infundir los refuerzos con resina.

Antecedentes

10 Pueden fabricarse grandes estructuras de material compuesto usando equipos automatizados tales como máquinas automáticas de disposición de cintas y máquinas automáticas de colocación de fibras. Estas máquinas automatizadas estratifican hojas sobre una herramienta disponiendo múltiples tramos de haces de filamentos o cinta preimpregnados. El laminado automatizado de productos preimpregnados tiene varias desventajas, incluyendo la vida útil relativamente corta de los materiales de producto preimpregnado, el posible engomado de los cabezales de colocación de cintas, la necesidad de autoclaves que requieren mucho capital para curado y limitaciones en la variedad de formatos de producto preimpregnado que están disponibles.

15 Algunas de las desventajas mencionadas anteriormente pueden superarse usando técnicas de moldeo líquido tales como, sin limitación, infusión de resina de preformas de fibra. Sin embargo, el procedimiento de infusión de resina también tiene determinadas desventajas, incluyendo una flexibilidad limitada en el control de la ubicación y deposición de resina en herramientas convencionales y dificultades en la infusión de resinas de alto módulo y altamente endurecidas en grandes estructuras. Además, la infusión de resina lleva mucho tiempo y requiere disposiciones de embolsado y sistemas de transferencia de resina relativamente complejos y puede requerir que los técnicos entren en contacto directo con resinas. Además, la infusión de resina puede ser relativamente costosa en cuanto a los productos de consumo y el desperdicio de materiales.

25 Con el fin de mejorar la distribución de resina y reducir los tiempos de procesamiento, se ha propuesto infundir preformas de fibra usando trozos de película de resina que se cortan de una lámina grande y se colocan en un mandril seguido por una preforma seca. Se requieren un dique relativamente complejo y diversos productos de consumo con el fin de controlar el flujo de resina. Por consiguiente, el procedimiento y los equipos de infusión de película de resina pueden no ser muy adecuados para entornos de mayor producción en los que se desea la automatización.

30 Se han empleado técnicas de pulverización de resina en las que se deposita resina usando una pistola pulverizadora mediante medios automatizados sobre una herramienta. Sin embargo, este procedimiento requiere que se mantenga la herramienta a bajas temperaturas con el fin de controlar el cambio de estado en la resina de líquido a sólido cuando se transfiere desde la pistola pulverizadora hasta la herramienta.

35 El documento GB 2 268 705 A describe un aparato y un método para preparar un laminado de hojas de material fibroso para la fabricación de un material compuesto de plástico reforzado con fibra. El método incluye estirar una longitud del material a lo largo de una superficie de laminado, cortar un trozo de material de la longitud para formar una hoja cortada y permitir que la misma presente caída sobre la superficie del laminado.

40 El documento GRIMSHAW M N ED - MIRACLE & S L DONALDSON D B: "Automated tape laying", 1 de diciembre de 2001 (01-12-2001), ASM HANDBOOK/PREPARED UNDER THE DIRECTION OF THE ASM INTERNATIONAL HANDBOOK COMMITTEE; ASM INTERNATIONAL, MATERIALS PARK, OHIO, EE.UU., PÁGINA(S) 480 - 485, XP002591500, ISBN: 978-0-87170-703-1, da a conocer un sistema y método de disposición de cintas, en el que se usa un carrete de suministro sobre el que se bobina una cintra prefabricada de grafito/resina epoxídica encima de un papel de respaldo. Se estira la cinta prefabricada desde el carrete de suministro, se corta y se compacta sobre una superficie de herramienta usando un conjunto de compactación que incluye una zapata de compactación y un rodillo de compactación. Se bobina el papel restante mediante un carrete de bobinado.

45 Por consiguiente, existe la necesidad de un método de fabricación de estructuras de material compuesto, particularmente estructuras a gran escala, usando un procedimiento de infusión de resina que reduzca los costes y sea muy adecuado para la automatización. También existe la necesidad de un método y aparato para la deposición automatizada de películas de resina que permitan altas tasas de extendido, un control mejorado sobre la calidad, ubicación y distribución de la resina y que permitan el uso de resinas de alto módulo y endurecidas.

50 Sumario

El objeto anterior se resuelve mediante el método según la reivindicación 1 y mediante el aparato según la

reivindicación 7.

5 El método y aparato dados a conocer proporcionan una deposición automatizada de películas de resina que pueden usarse en la infusión de resina de preformas de fibra para producir estructuras de material compuesto a gran escala. Las realizaciones dadas a conocer permiten la deposición de resina en un formato personalizado que satisface los requisitos de diseño y procedimiento, al tiempo que reduce el peso y que logra la utilización austera de energía y materiales. El procedimiento de deposición automatizada de resina dado a conocer puede reducir costes ordinarios al tiempo que elimina etapas de procesamiento requeridas previamente para preparar materiales. Puede lograrse una calidad y un rendimiento mejorados a través de una automatización altamente repetible. También puede reducirse el desperdicio de materiales al tiempo que se minimiza o se elimina el contacto directo entre el personal y las resinas. Puede eliminarse la necesidad de procesamiento en autoclave así como la necesidad de botes de resina, tuberías e instalaciones para la manipulación de resinas.

Ventajosamente el método en el que la infusión del refuerzo de fibra incluye sellar una bolsa de vacío sobre el laminado, vaciar la bolsa de vacío y aplicar calor al laminado.

15 Según la invención se proporciona un método de laminación de una estructura de aeronave de material compuesto, que incluye mover un efector final sobre la superficie de una herramienta; usar un manipulador programado para controlar automáticamente el movimiento del efector final sobre la superficie de la herramienta; estirar una tira de película de resina desde una bobina de película de resina en el efector final; cortar la tira de película de resina hasta una longitud deseada; alimentar la longitud cortada de película de resina a un rodillo de compactación en el efector final; estirar una tira de refuerzo de fibra seca desde una bobina del refuerzo de fibra seca en el efector final; cortar la tira de refuerzo de fibra seca hasta una longitud deseada; alimentar la longitud cortada de la tira de película de resina a un primer rodillo; usar el primer rodillo para compactar la longitud cortada de la tira de película de resina contra la herramienta; alimentar la longitud cortada del refuerzo de fibra seca a un segundo rodillo; usar el segundo rodillo para compactar la longitud cortada del refuerzo de fibra seca contra la herramienta en alineación con la tira de película de resina compactada; controlar independientemente la presión de compactación aplicada por los rodillos primero y segundo a la tira de película de resina y la tira de refuerzo de fibra seca, respectivamente.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones dadas a conocer resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones, cuando se observan según los dibujos anexos y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las ilustraciones

30 La figura 1 es una ilustración de un diagrama que muestra las etapas de un método de fabricación de una estructura de material compuesto usando deposición automatizada de película de resina.

La figura 2 es una ilustración de una vista en sección transversal de un conjunto de laminado en bolsa de vacío usado en el método de fabricación mostrado en la figura 1.

35 La figura 3 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional de un aparato para laminar hojas de los laminados mostrados en la figura 1.

La figura 4 es una ilustración de una vista en perspectiva de una realización del efector final que forma parte del aparato mostrado en la figura 3.

La figura 5 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 5-5 en la figura 4.

La figura 6 es una ilustración de una vista lateral de otra realización del efector final.

40 La figura 7 es una ilustración de la zona designada como "figura 7" en la figura 6.

La figura 8 es una ilustración de una vista lateral de una realización adicional del efector final.

La figura 9 es una ilustración de la zona designada como "figura 9" en la figura 8.

La figura 10 es una ilustración de una realización del efector final según la invención.

45 La figura 11 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de formación de los laminados mostrados en la figura 1 usando el efector final dado a conocer.

La figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo de la metodología de producción y servicio de aeronaves.

La figura 13 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, puede fabricarse una estructura 20 de material compuesto usando herramientas 22 convencionales o no convencionales y laminado automatizado. En el ejemplo ilustrado, la estructura 20 de material compuesto es un panel plano formado en herramientas 22 sustancialmente planas soportadas sobre una base 24 de herramienta, sin embargo, pueden emplearse otras geometrías de las herramientas 22, incluyendo las que tienen contornos sencillos o complejos. Tal como se muestra en 28, un manipulador 27 que comprende un robot, sistema de pórtico u otro sistema de manejo se controla automáticamente por un controlador 30 e incluye un efector 26 final para laminar múltiples capas 50 y hojas 52 sobre las herramientas 22. Tal como se muestra en 31, las capas 50 y las hojas 52 se laminan usando las bobinas 32, 34 de película de resina continua y refuerzo de fibra seca, respectivamente. La película de resina puede seleccionarse para lograr una distribución de resina eficaz sobre y la impregnación del refuerzo de fibra seca, usando procedimientos robóticos. La película de resina puede ser una resina termoestable, tal como, sin limitación, una bismaleimida o benzoxazina epoxídica termoestable, alternativamente, sin embargo, la película de resina puede ser una resina termoplástica o una combinación de una resina termoestable y una resina termoplástica. La película de resina puede contener agentes de endurecimiento, incluyendo cargas orgánicas o inorgánicas. El refuerzo puede ser cualquier formato de fibra continua. Se calcula que la película de resina proporciona un peso por unidad de área, grosor, estado físico y estado químico deseados con el fin de satisfacer los requisitos de procesamiento para lograr propiedades eficaces de deposición, consolidación, curado y laminado.

Las bobinas 32, 34 se cargan respectivamente en cántaras 32a, 34a que se montan en el efector 26 final mostrado en 36. A medida que se mueve el efector 26 final sobre la herramienta 22 mediante el manipulador 27, se estiran tiras 38, 40 de película de resina y fibra seca respectivamente desde las cántaras 32a, 34a y se alimentan a un rodillo 42 de compactación, en una relación sustancialmente alineada, de solapamiento entre sí. El rodillo 42 de compactación compacta las tiras 38, 40 de solapamiento sobre un sustrato 44 que puede comprender cualquier superficie de soporte adecuada, tal como, sin limitación, las herramientas 22 o una capa 50 u hoja 52 subyacente que se ha laminado previamente o bien manualmente o bien automáticamente por el efector 26 final. El efector 26 final lamina tramos 98 de las tiras 38, 40 en una relación generalmente paralela borde con borde entre sí. Tal como se comentará a continuación, el efector 26 final puede usarse para extender tramos 98 de doble capa que comprenden una capa 38 de película de resina compactada, y una capa (hoja) 40 de refuerzo de fibra tal como se comentó anteriormente, o de manera alternativa, puede usarse para extender un tramo de una sola capa o bien de la película 38 de resina o bien del refuerzo 40 de fibra.

Tal como se muestra en 46, el efector 26 final puede usarse para ensamblar un laminado 48a que comprende una pila 50a de capas 50 de resina individuales que se laminan sobre una pila 52a de hojas 52 de refuerzo de fibra. Las hojas 52 pueden tener diferentes orientaciones de fibra, según un esquema de hojas predeterminado para una estructura particular. Alternativamente, puede formarse un laminado 48b laminando alternativamente capas 50 interpuestas de película 38 de resina y hojas 52 de refuerzo 40 de fibra, usando las tiras 98 de doble capa descritas previamente. Después de haberse ensamblado el laminado 48 en herramientas 22, tal como se muestra en 54, el laminado 48 puede compactarse y curarse usando procedimientos sin autoclave, tales como procesamiento en bolsa de vacío y curado en horno. Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 2, un laminado 48a ensamblado en herramientas 22 comprende una pila 50a de capas 50 de resina laminadas sobre una pila 52a de hojas 52 de refuerzo de fibra de orientaciones de fibra deseadas. Otras capas 62 de productos de consumo, tales como respiraderos, hojas de desprendimiento, etc. se colocan sobre el laminado 48a. Se coloca una bolsa 49 de vacío sobre el laminado 48a y se sella a las herramientas 22 mediante sellos 64 de borde que pueden comprender cinta selladora convencional. Se acopla una fuente 66 de vacío adecuada con la bolsa 49 con el fin de vaciar la bolsa 49 de aire, humedad y componentes volátiles.

Volviendo a la figura 1, tal como se muestra en 56, el laminado 48a en bolsa de vacío se coloca en un horno 58 en el que se usa calor 60 para curar el laminado 48a. Pueden emplearse otros equipos para calentar el laminado 48a, tales como, sin limitación, autoclaves, microondas, moldes calentados de manera integral, etc., sin mostrarse ninguno de ellos. Durante el procedimiento de curado, el calor 60 funde las capas 50 de resina, permitiendo que fluya una cantidad controlada de resina a las hojas 52 de refuerzo de fibra de manera sustancialmente uniforme, infundiendo de ese modo el refuerzo de fibra con resina a medida que se aplica la presión de compactación al laminado 48a a través de la bolsa 49 de vacío (figura 2).

La figura 3 ilustra ampliamente los componentes funcionales del aparato que puede usarse al llevar a cabo el método de fabricación de las estructuras de material compuesto mostradas en la figura 1. El efector 26 final se monta en un manipulador 27 e incluye un control 85 de compactación que controla la cantidad de presión de compactación aplicada por el rodillo 42 de compactación. Un controlador 30, que puede comprender cualquier ordenador programado adecuado, controla el funcionamiento del manipulador 27, el control 85 de compactación y las funciones del efector 26 final. El efector 26 final incluye una bobina 32 de película de resina y una bobina 34 de refuerzo de fibra contenidas respectivamente en las cántaras 32a, 34a. Las tiras 38, 40 de la película de resina y el

refuerzo de fibra se dirigen respectivamente mediante guías 82, 84 hasta un mecanismo 88 de corte y el rodillo 42 de compactación. El mecanismo 88 de corte corta las tiras 38, 40 hasta la longitud deseada a medida que se compactan las tiras 38, 40 sobre un sustrato 44 por el rodillo 42 de compactación. El efector 26 final puede incluir además un carrete 96 de bobinado de papel de respaldo que bobina un papel 94 de respaldo sobre la tira 38 de película de resina a medida que se desprende el papel 94 de respaldo de la tira 38 de película de resina después de pasar a través de las guías 82, inmediatamente antes de compactarse contra el sustrato 44. El control 85 de compactación así como otras funciones del efector 26 final pueden controlarse por el controlador 30 tal como se muestra en la figura 1.

La figura 4 ilustra detalles adicionales de una realización del efector 26 final. Las cántaras 32a, 34a, el carrete 96 de bobinado y el mecanismo 88 de corte se montan en un bastidor 74. El bastidor 74 incluye una placa 72 que se monta de manera deslizable en una segunda placa 70 fijada a un brazo 68 del manipulador 27. Un cilindro 76 neumático fijado a la placa 70 tiene un árbol 78 de salida acoplado con la placa 72. El cilindro 76 neumático mueve la placa 72 y, por tanto, el bastidor 74 en la dirección mostrada por la flecha 80 hacia o alejándose del sustrato 44.

El conjunto de deslizamiento de las placas 70, 72 junto con el cilindro 76 neumático proporcionan un control 85 de compactación que permite que se ajuste la presión de compactación aplicada por el rodillo 42. Una tira 38 de película de resina estirada desde la cántara 32a pasa a través de una guía 82 que dirige la tira 38 de película de resina hasta una línea 86 de contacto entre el rodillo 42 de compactación y el sustrato 44. La tira 38 de película de resina puede incluir un papel 94 de respaldo para impedir que las capas devanadas de la película 38 de resina sobre la bobina 32 (figura 1) se adhieran entre sí. El papel 94 de respaldo se desprende de la película 38 de resina después de que esta última pase a través de la guía 82, y se devana alrededor del carrete 96 de bobinado.

Las cántaras 32a, 34a se alinean sustancialmente entre sí en la dirección 75 de desplazamiento del efector 26 final sobre el sustrato 44, de tal manera que la tira 38 de película de resina y la tira 40 de refuerzo de fibra se solapan y se alinean sustancialmente entre sí cuando se depositan y consolidan sobre el sustrato 44 por el rodillo 42 de compactación. Las tiras 38, 40 se estiran desde las cántaras 32a, 34a sustancialmente a la misma velocidad y pasan respectivamente a través de las guías 82, 84 que dirigen las tiras 38, 40 en una relación de superposición en la línea 86 de contacto. El mecanismo 88 de corte puede comprender un cilindro 92 neumático fijado al bastidor 74 que produce un movimiento alternativo de una cuchilla 90 de corte. La cuchilla 90 de corte corta simultáneamente las tiras 38, 40 hasta las longitudes deseadas.

La tira 38 de película de resina se consolida por el rodillo 42 de compactación por debajo de la tira 40 de fibra seca. La pegajosidad de la tira 38 de película de resina sirve como adhesivo que forma una unión moderada con el sustrato 44 y la tira 40 de fibra bajo la que se coloca. En algunas realizaciones, dependiendo del sistema de resina particular que se emplee, puede ser necesario o desearse calentar la tira 38 de película de resina para aumentar su pegajosidad a medida que entra en la línea 86 de contacto. Este procedimiento de calentamiento puede lograrse usando cualquiera de una variedad de técnicas y dispositivos, tales como, sin limitación, un calentador de infrarrojos, una antorcha de gas o un láser (sin mostrarse ninguno de ellos). El peso por unidad de área de la tira 38 de película de resina puede predefinirse para controlar la fracción volumétrica de fibra de la estructura 20 curada (figura 1). Aunque no se muestra en la figura 4, las guías 82, 84 pueden incorporar elementos de accionamiento de rodillo que estiran inicialmente las tiras 38, 40 de las cántaras 32a, 34a hasta que las tiras entran en la línea 86 de contacto. Una vez que las tiras 38, 40 entran en la línea 86 de contacto, el movimiento del efector 26 final estira las tiras 38, 40 de las cántaras 32a, 34a y pueden desactivarse los elementos de accionamiento de rodillo. Pueden hallarse detalles adicionales de las guías, los rodillos, los mecanismos de enhebrado y los elementos de accionamiento para controlar la trayectoria y el movimiento de las tiras 38, 40 sobre el efector 26 final, en las patentes estadounidenses n.ºs 4.699.683 y 7.213.629, la publicación de patente estadounidense n.º 20070029030A1 publicada el 8 de febrero de 2007 y en la solicitud de patente estadounidense con n.º de serie 12/038.155 presentada el 27 de febrero de 2008, incorporándose todas estas patentes y solicitudes como referencia en el presente documento.

En la realización mostrada en la figura 4, se extiende una tira 98 de doble capa sobre el sustrato 44 en el que la tira 38 de película de resina se intercala entre el sustrato 22 y la tira 40 de refuerzo de fibra superpuesta (figura 5). Esta disposición permite el laminado de capas 50 de resina interpuestas y hojas 52 de refuerzo de fibra para formar el laminado 48b mostrado en la figura 1. El efector 26 final mostrado en la figura 4 también puede usarse para laminar tiras 98 de una sola capa que comprenden sólo la tira 38 de película de resina o sólo la tira 40 de refuerzo de fibra controlando los elementos de accionamiento comentados previamente en relación con las guías 82, 84, y/o retirando una de las bobinas 32, 34 (figura 3) de las cántaras 32a, 34a.

La figura 6 ilustra una realización alternativa del efector 26 final, similar a la mostrada en la figura 4, pero que se refiere a extender tramos 98 de la película 38 de resina sobre un sustrato 44, que puede ser una preforma de fibra seca. Tal como se mencionó previamente, el sustrato 44 puede comprender una herramienta 22, una capa 50 de película de resina dispuesta previamente (figura 2) o una hoja 52 de un refuerzo de fibra. Una tira 38 de película de resina estirada desde una cántara 32a pasa a través de una guía 82 que dirige la tira 38 hasta la línea 86 de contacto entre el sustrato 22 y un rodillo 42 de compactación que compacta la tira 38 contra el sustrato. Un carrete 96 de bobinado bobina un papel 94 de respaldo que se desprende de la tira 38 después de haberse consolidado la

tira 38 bajo el rodillo 42 de compactación. Esto reduce la posibilidad de que el rodillo 42 resulte engomado por la resina y permite un corte más sencillo de la tira 38. La figura 7 ilustra una tira 38 de película de resina después de haberse depositado y compactado contra el sustrato 44, después de haberse desprendido el papel 94 de respaldo.

La figura 8 ilustra una realización adicional del efector 26 final que puede usarse para extender tramos 98 multicapa en los que el refuerzo 30 de fibra se dispone entre el sustrato 44 y la película 38 de resina tal como se muestra en la figura 9. En esta realización, las cántaras 32a, 34a se sitúan sobre el bastidor 74 de tal manera que la tira 40 de fibra se sitúe entre la tira 38 de película de resina y el sustrato 44 a medida que entra en la línea 86 de contacto entre el rodillo 42 de compactación y el sustrato 44. El papel 94 de respaldo puede permanecer sobre las tiras 38 de película de resina y desprenderse en un momento posterior, reduciendo de ese modo la posibilidad de que la resina entre en contacto con el personal. Tras la retirada del papel 94 de respaldo, la capa 50 expuesta (figura 1) formada por las tiras 38 de película de resina depositadas proporciona una superficie pegajosa a la que puede adherirse una preforma de fibra seca u otro sustrato. Alternativamente, en otra realización, puede desprenderse el papel 94 de respaldo sobre la marcha y enrollarse sobre un carrete 96 de bobinado.

Ahora se centra la atención en la figura 10 que ilustra una realización del efector 26 final según la invención. En esta realización, las cántaras 32a, 34a están ubicadas en bastidores 74a, 74b independientes que se montan en un soporte 77 común conectado a un brazo 68 del manipulador 27. Las cántaras 32a, 34a se alinean entre sí en la dirección 75 de desplazamiento y alimentan respectivamente tiras 38 de película de resina y tiras 40 de refuerzo de fibra a rodillos 42a, 42b de compactación independientes. Se montan mecanismos 86a, 86b de corte en los bastidores 74a, 74b para cortar independientemente las tiras 38, 40 hasta las longitudes deseadas. Controles 85a, 85b de compactación independientes entre los bastidores 74a, 74b y el soporte 77 común permiten que se ajuste la fuerza de compactación aplicada por los rodillos 42a, 42b independientemente entre sí. En la realización mostrada en la figura 10, las tiras 40 de fibra se depositan antes que las tiras 38 de resina, sin embargo, invirtiendo la posición de los dos bastidores 74a, 74b, pueden depositarse las tiras 38 de resina antes de depositarse las tiras 40 de fibra.

Ahora se centra la atención en la figura 11 que ilustra las etapas de un método de deposición de película de resina, y opcionalmente para depositar refuerzo de fibra junto con la película de resina depositada. Comenzando en la etapa 100, se carga una bobina 32 de película de resina en una cántara 32a en un efector 26 final. Dependiendo del sistema de resina particular que se use, puede ser necesario o desearse refrigerar o enfriar de otro modo la bobina 32 y/o la cántara 32a antes de su uso. En 102, se alimenta una tira 38 de la película de resina a una guía 82 y en 104, se usa la guía 82 para guiar la tira 38 de película de resina hasta un rodillo 42 de compactación. En aquellas aplicaciones en las que también está depositándose una tira 40 de refuerzo de fibra, la tira 38 de película de resina puede guiarse bajo o sobre la tira 40 de fibra de refuerzo. En 106, la tira 38 de película de resina se corta hasta la longitud deseada a medida que se estira desde la cántara 34a.

En 108, puede retirarse opcionalmente el papel 94 de respaldo de la tira 38 de película de resina y bobinarse en un carrete 96 de bobinado a medida que se compacta la tira 38 de película de resina contra el sustrato 44 por el rodillo 42 de compactación. En 110, se usa el rodillo 42 de compactación para compactar las tiras 38 de película de resina cortadas hasta la longitud deseada sobre el sustrato 44, que tal como se comentó previamente, puede comprender herramientas 22, una capa 50 de resina dispuesta previamente o una hoja 52 de refuerzo de fibra dispuesta previamente. En 122, el efector 26 final se mueve sobre el sustrato 44 con el fin de extender una tira 38 de la película de resina y compactar la tira 38 contra el sustrato 44. Dependiendo del sistema de resina particular que se emplee, puede ser necesario calentar la tira 38 de película de resina inmediatamente antes de su compactación contra el sustrato 44 de modo que la tira 38 de película presente la pegajosidad deseada necesaria para hacer que se adhiera al sustrato 44 durante el procedimiento de compactación.

Pueden llevarse a cabo etapas 112-120 adicionales con el fin de laminar tiras 40 de refuerzo de fibra a medida que se extienden las tiras 38 de película de resina sobre el sustrato 44. Comenzando en 112, se carga una bobina de refuerzo de fibra en una cántara 34a en el efector 26 final. En 114, se alimenta una tira 40 del refuerzo de fibra a una guía 84. La guía 84 dirige la tira 40 de refuerzo de fibra hasta el rodillo 42 de compactación, o bien sobre o bien por debajo de la tira 38 de película de resina. En 118, la tira 40 de refuerzo de fibra se corta hasta la longitud deseada y se compacta sobre el sustrato 44 en la etapa 120.

Realizaciones de la divulgación pueden encontrar uso en una variedad de posibles aplicaciones, particularmente en la industria del transporte, incluyendo, por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, marítimas y automotrices. Por tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 12 y 13, pueden usarse realizaciones de la divulgación en el contexto de un método 124 de fabricación y servicio de aeronaves tal como se muestra en la figura 12 y una aeronave 126 tal como se muestra en la figura 13. Las aplicaciones aeronáuticas de las realizaciones dadas a conocer pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, elementos rigidizados de material compuesto tales como revestimientos de fuselajes, revestimientos de alas, superficies de control, compuertas, paneles de suelo, paneles de puertas, paneles de acceso y conjuntos de cola, por nombrar algunas de ellas. Durante la preproducción, un método 124 a modo de ejemplo puede incluir la especificación y el diseño 128 de la aeronave 126 y el aprovisionamiento 130 de materiales. Durante la producción, tienen lugar la fabricación 132 de componentes y subconjuntos y la integración 134 de sistemas de la aeronave 126. Después de eso, la aeronave 126 puede pasar por la certificación y la entrega 136 con el fin de

ponerse en servicio 138. Mientras se encuentra en servicio por un cliente, se programa la aeronave 126 para el servicio 140 y mantenimiento de rutina (que también puede incluir modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, etcétera).

5 Cada uno de los procedimientos del método 124 puede realizarse o llevarse a cabo mediante un integrador de sistemas, una tercera parte y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir sin limitación muchos fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; las terceras partes pueden incluir sin limitación muchos vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, empresa de arrendamiento, entidad militar, organización de servicios, etcétera.

10 Tal como se muestra en la figura 13, la aeronave 126 producida mediante el método 124 a modo de ejemplo puede incluir una estructura 142 con una pluralidad de sistemas 144 y un interior 146. Los ejemplos de sistemas 144 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 148 de propulsión, un sistema 150 eléctrico, un sistema 152 hidráulico y un sistema 154 ambiental. Pueden incluirse muchos otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, pueden aplicarse los principios de la divulgación a otras industrias, tales como las industrias marítima y automotriz.

15 Los sistemas y métodos realizados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las fases del método 124 de producción y servicio. Por ejemplo, pueden fabricarse o manufacturarse componentes o subconjuntos correspondientes al procedimiento 132 de producción de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 126 está en servicio. Además, pueden utilizarse una o más realizaciones de aparato, realizaciones de método, o una combinación de las mismas durante las fases 132 y 134 de producción, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de una aeronave 126. De
20 manera similar, pueden utilizarse una o más realizaciones de aparato, realizaciones de método, o una combinación de las mismas mientras la aeronave 126 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el servicio 140 y mantenimiento.

Aunque se han descrito las realizaciones de esta divulgación con respecto a determinadas realizaciones a modo de ejemplo, ha de entenderse que las realizaciones específicas son con fines de ilustración y no de limitación, ya que
25 se les ocurrirán otras variaciones a los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una estructura (20) de material compuesto para una aeronave, que incluye:
 - estirar una tira (38) de película de resina desde una bobina de película de resina;
 - cortar la tira (38) de película de resina hasta una longitud deseada;
- 5
 - estirar una tira (40) de refuerzo de fibra seca desde una bobina del refuerzo de fibra seca;
 - cortar la tira (40) de refuerzo de fibra seca hasta una longitud deseada;
 - alimentar la longitud cortada de la tira (38) de película de resina a un primer rodillo (42a) de compactación;
 - mover el primer rodillo (42a) de compactación a lo largo de una superficie de un sustrato (44) y usar de ese modo el primer rodillo (42a) para compactar la longitud cortada de la tira (38) de película de resina contra el sustrato (44);
- 10
 - alimentar la longitud cortada del refuerzo (40) de fibra seca a un segundo rodillo (42b) de compactación;
 - mover el segundo rodillo (42b) de compactación a lo largo de la superficie del sustrato (44) y usar de ese modo el segundo rodillo (42b) para compactar la longitud cortada del refuerzo (40) de fibra seca contra el sustrato (44) en alineación con la tira (38) de película de resina compactada, y
 - controlar independientemente la presión de compactación aplicada por los rodillos (42a, 42b) primero y segundo a la tira (38) de película de resina y la tira (40) de refuerzo de fibra seca, respectivamente.
- 15
2. Método según la reivindicación 1, en el que la bobina de película de resina y la bobina del refuerzo de fibra seca se cargan en cántaras (32a, 34a) respectivas que están ubicadas en bastidores (74a, 74b) independientes, en el que los bastidores (74a, 74b) independientes se montan en un soporte (77) común conectado a un brazo (68) de un manipulador (27).
- 20
3. Método según la reivindicación 2, en el que las cántaras (32a, 34a) se alinean entre sí en la dirección (75) de desplazamiento y alimentan respectivamente tiras (38) de película de resina y tiras (40) de refuerzo de fibra a los rodillos (42a, 42b) de compactación primero y segundo independientes.
4. Método según la reivindicación 2 ó 3, en el que mecanismos (86a, 86b) de corte se montan en los bastidores (74a, 74b), para cortar independientemente las tiras (38, 40) hasta las longitudes deseadas.
- 25
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las tiras (40) de refuerzo de fibra se depositan antes de que se depositen las tiras (38) de película de resina.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las tiras (38) de película de resina se depositan antes de que se depositen las tiras (40) de refuerzo de fibra.
7. Aparato para fabricar una estructura (20) de material compuesto para una aeronave, que comprende:
- 30
 - medios que estiran una tira (38) de película de resina desde una bobina de película de resina;
 - medios que cortan la tira (38) de película de resina hasta una longitud deseada;
 - medios que estiran una tira (40) de refuerzo de fibra seca desde una bobina del refuerzo de fibra seca;
 - medios que cortan la tira (40) de refuerzo de fibra seca hasta una longitud deseada;
 - medios que alimentan la longitud cortada de la tira (38) de película de resina a un primer rodillo (42a) de compactación;
- 35
 - medios que mueven el primer rodillo (42a) de compactación a lo largo de una superficie de un sustrato (44) y usan de ese modo el primer rodillo (42a) para compactar la longitud cortada de la tira (38) de película de resina contra el sustrato (44);
 - medios que alimentan la longitud cortada del refuerzo (40) de fibra seca a un segundo rodillo (42b) de

compactación;

- medios que mueven el segundo rodillo (42b) de compactación a lo largo de la superficie del sustrato (44) y usan de ese modo el segundo rodillo (42b) para compactar la longitud cortada del refuerzo (40) de fibra seca contra el sustrato (44) en alineación con la tira (38) de película de resina compactada, y

5 - controles (85a, 85b) de compactación independientes para controlar independientemente la presión de compactación aplicada por los rodillos (42a, 42b) primero y segundo a la tira (38) de película de resina y la tira (40) de refuerzo de fibra seca, respectivamente.

10 8. Aparato según la reivindicación 7, en el que la bobina de película de resina y la bobina del refuerzo de fibra seca se cargan en cántaras (32a, 34a) respectivas que están ubicadas en bastidores (74a, 74b) independientes, en el que los bastidores (74a, 74b) independientes se montan en un soporte (77) común conectado a un brazo (68) de un manipulador (27).

9. Aparato según la reivindicación 8, en el que las cántaras (32a, 34a) se alinean entre sí en la dirección (75) de desplazamiento y alimentan respectivamente tiras (38) de película de resina y tiras (40) de refuerzo de fibra a los rodillos (42a, 42b) de compactación primero y segundo independientes.

15 10. Aparato según la reivindicación 8 ó 9, en el que mecanismos (86a, 86b) de corte se montan en el bastidor (74a, 74b), para cortar independientemente las tiras (38, 40) hasta las longitudes deseadas.

11. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que las tiras (40) de refuerzo de fibra se depositan antes que las tiras (38) de película de resina.

20 12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que las tiras (38) de película de resina se depositan antes que se depositen las tiras (40) de refuerzo de fibra.

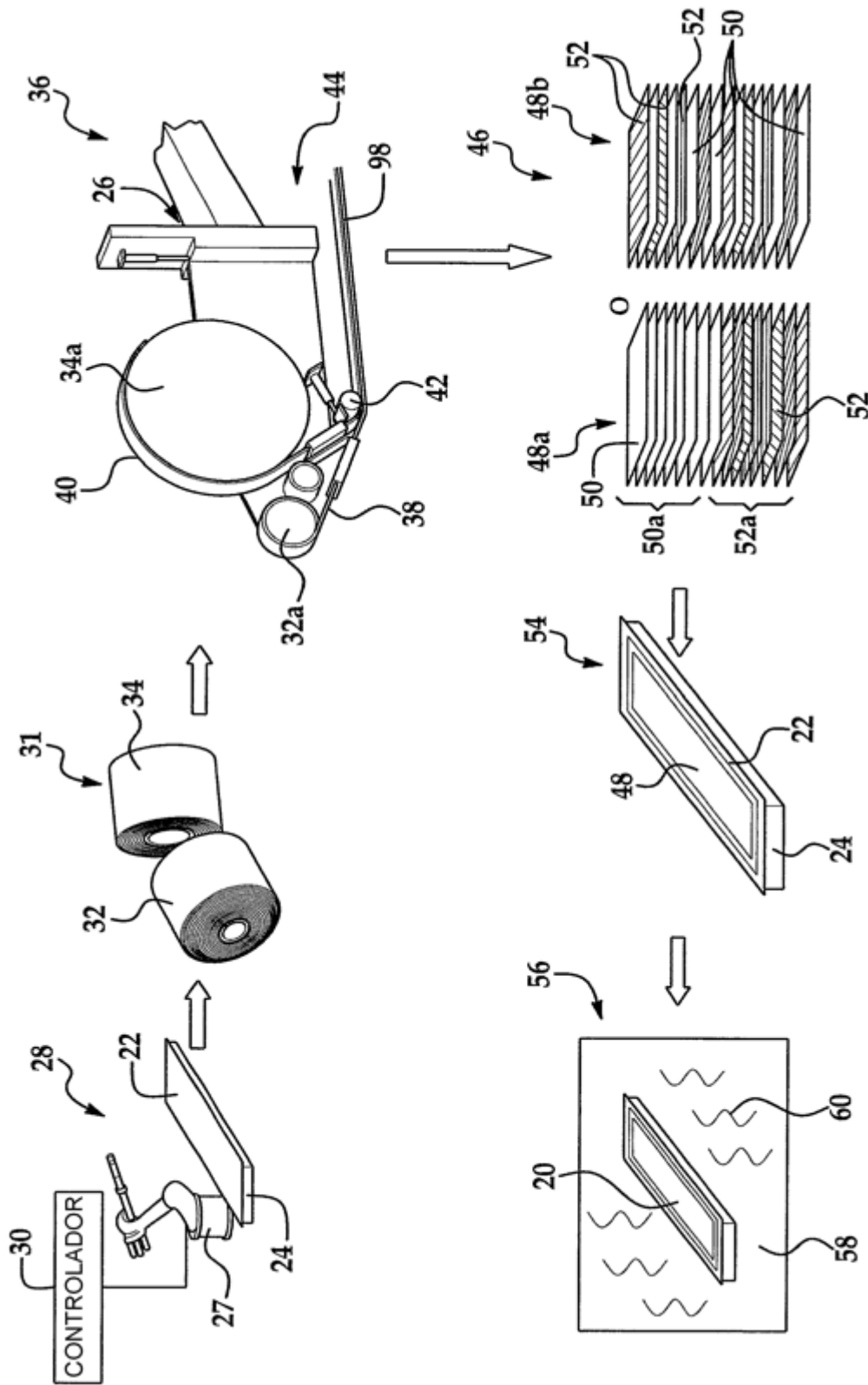


FIG. 1

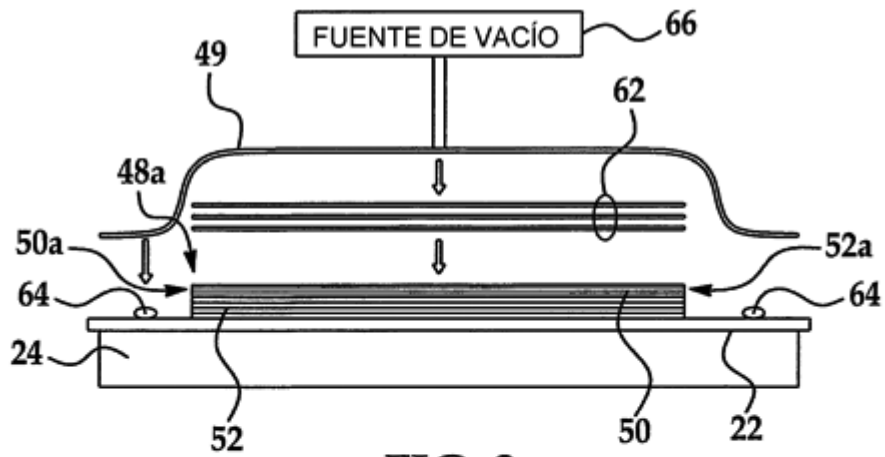


FIG. 2

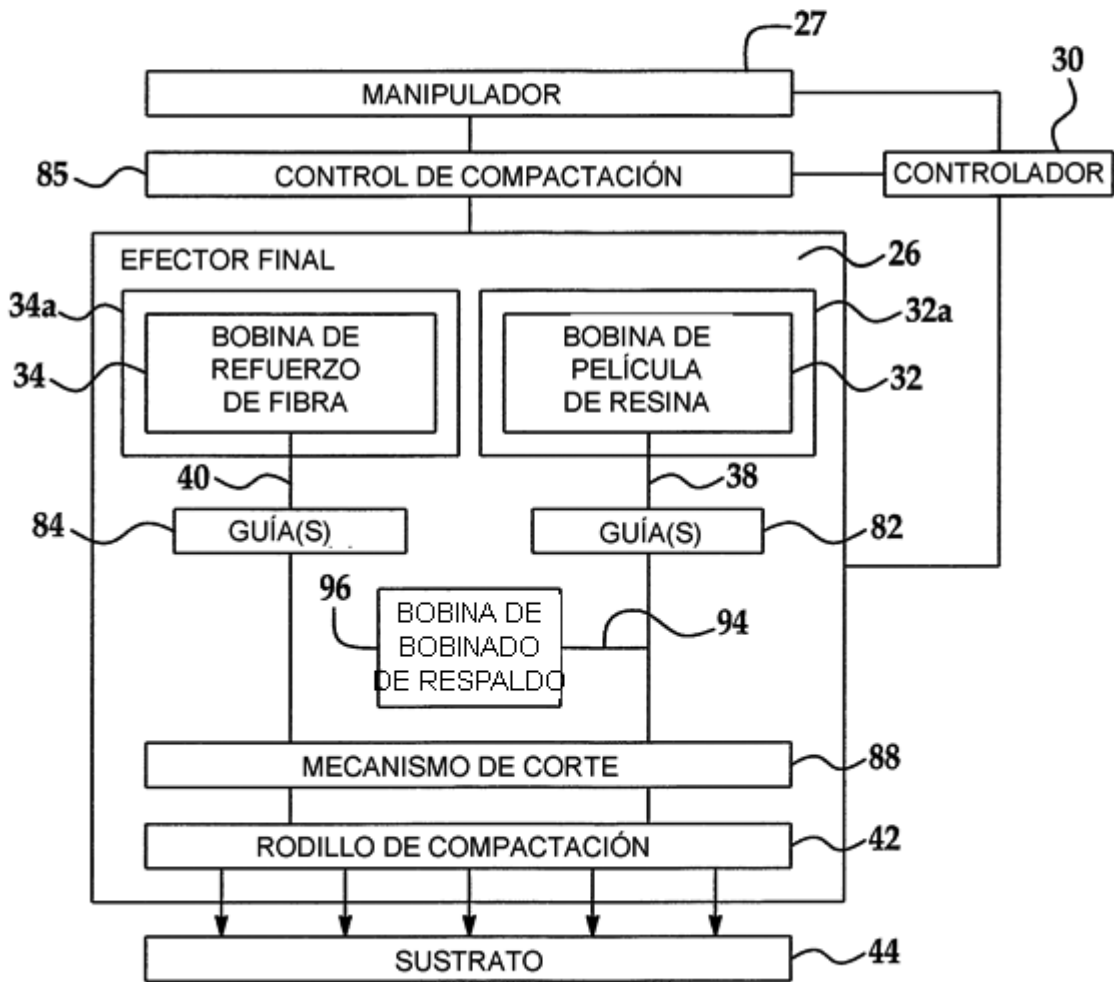


FIG. 3

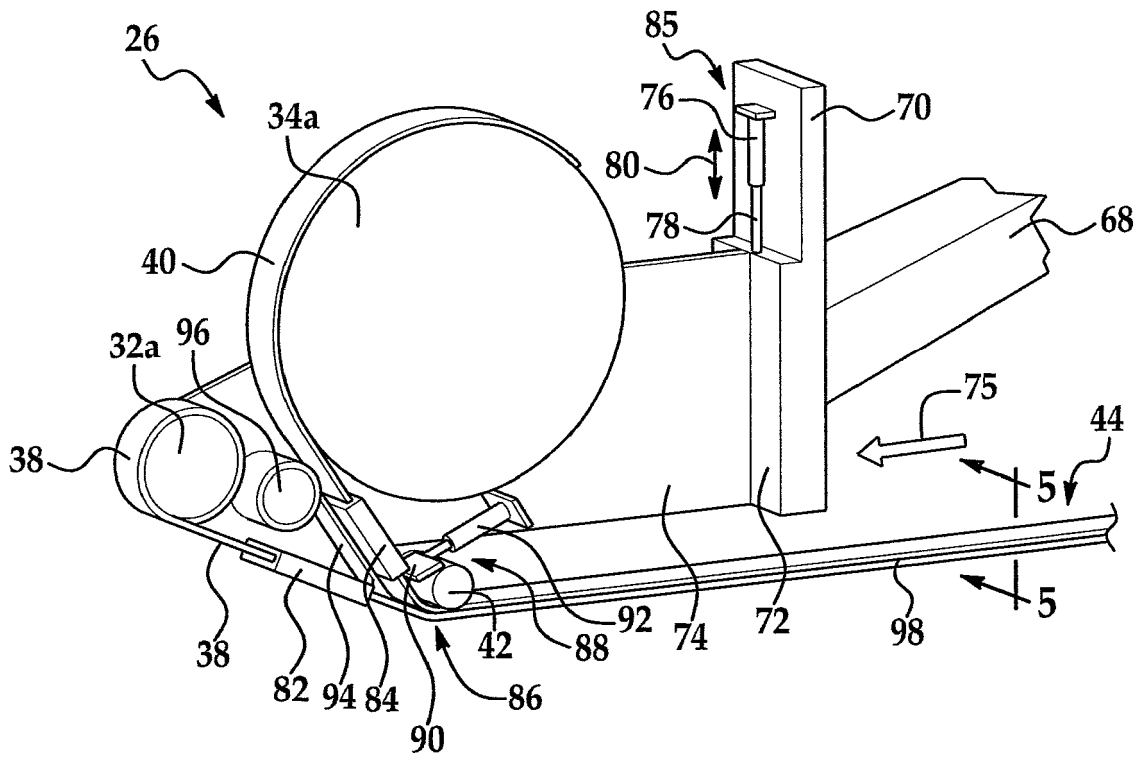


FIG. 4

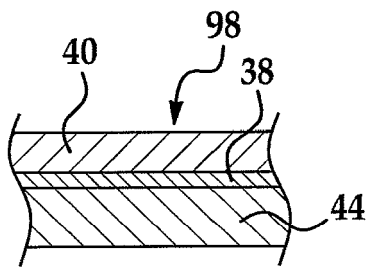


FIG. 5

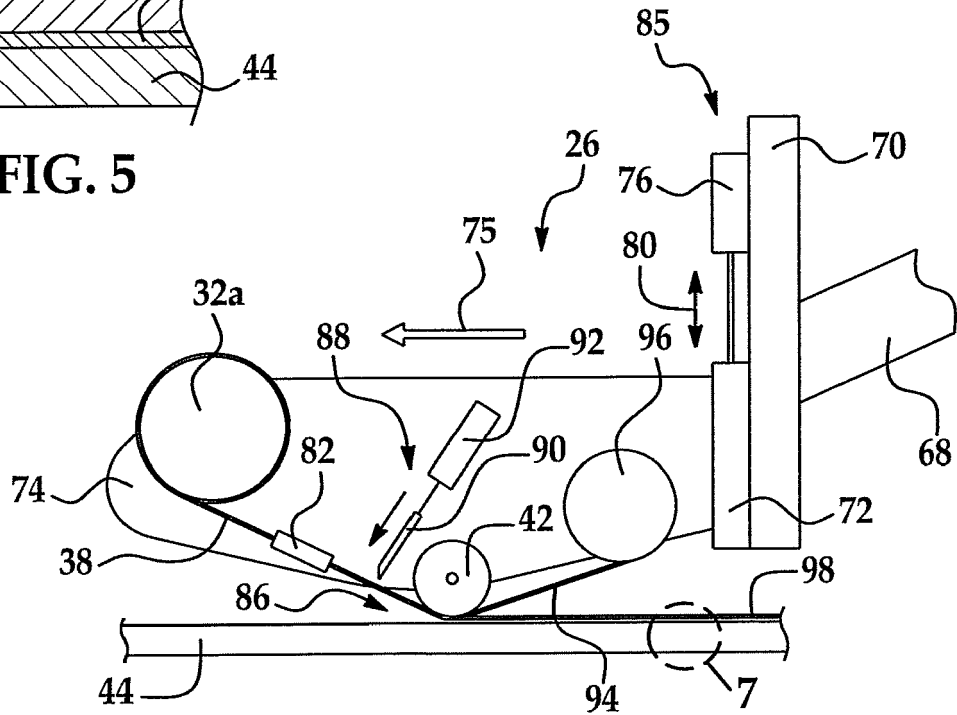


FIG. 6

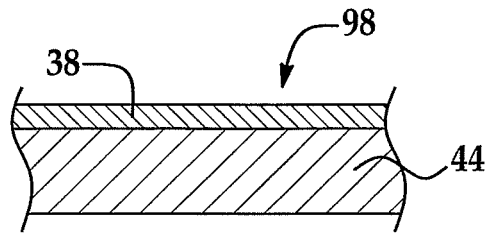


FIG. 7

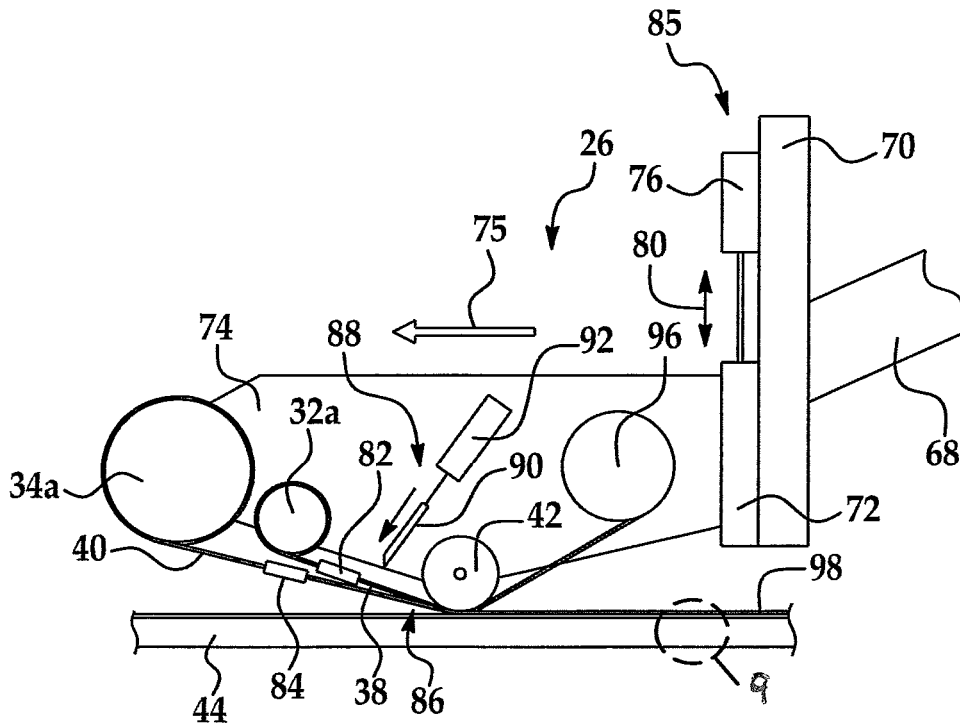


FIG. 8

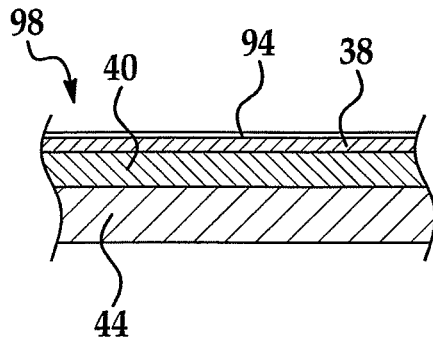


FIG. 9

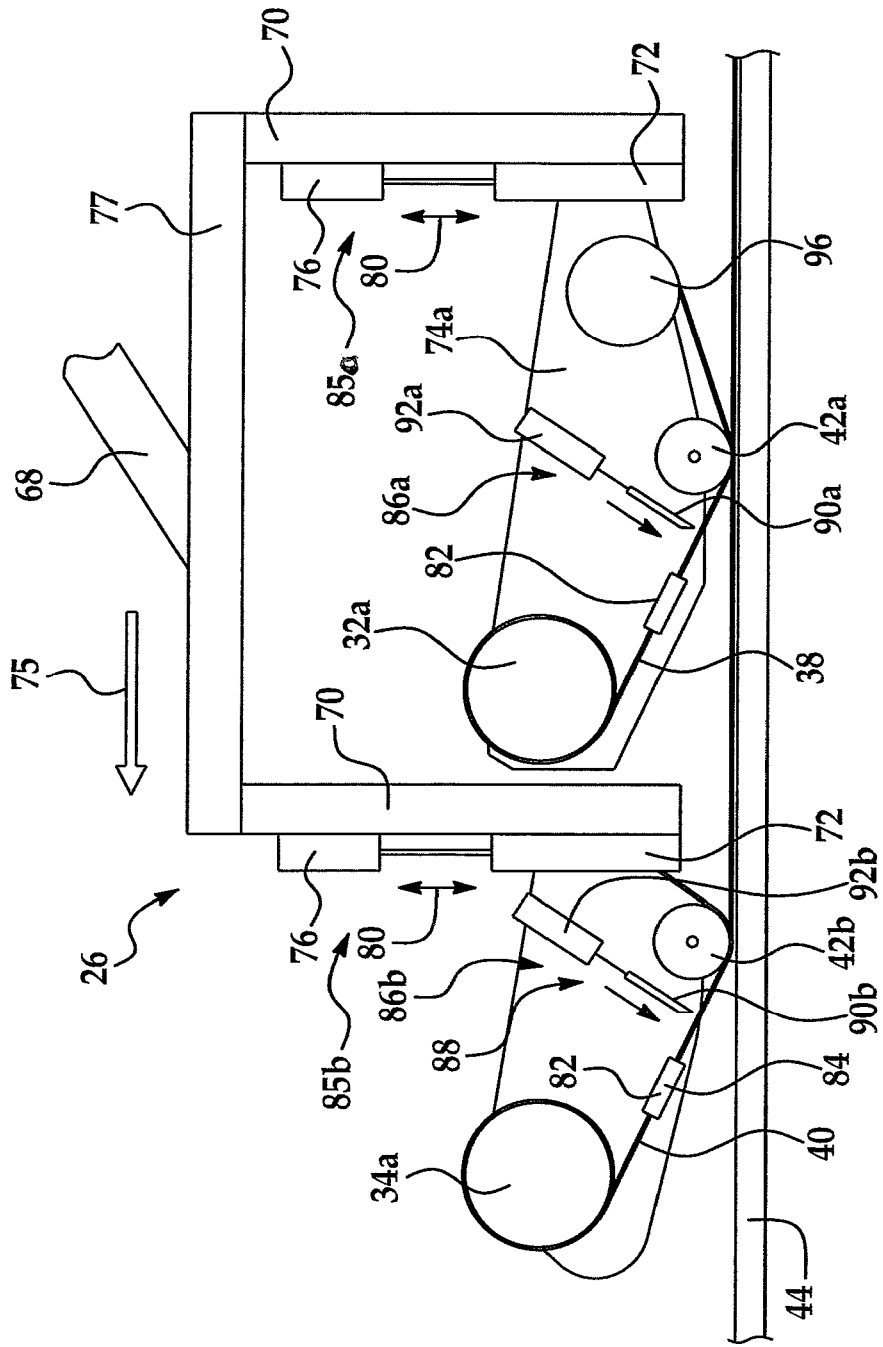


FIG. 10

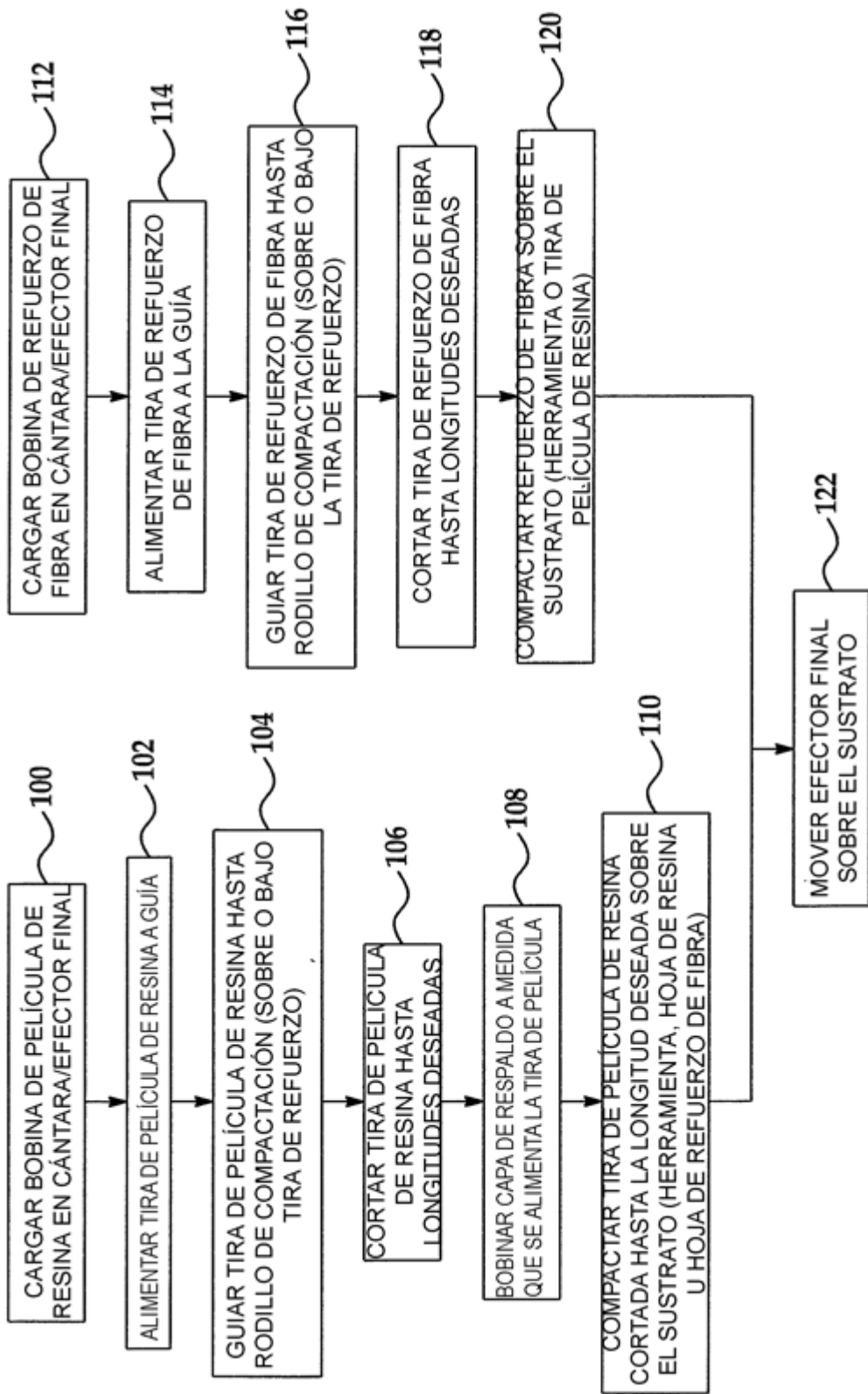


FIG. 11

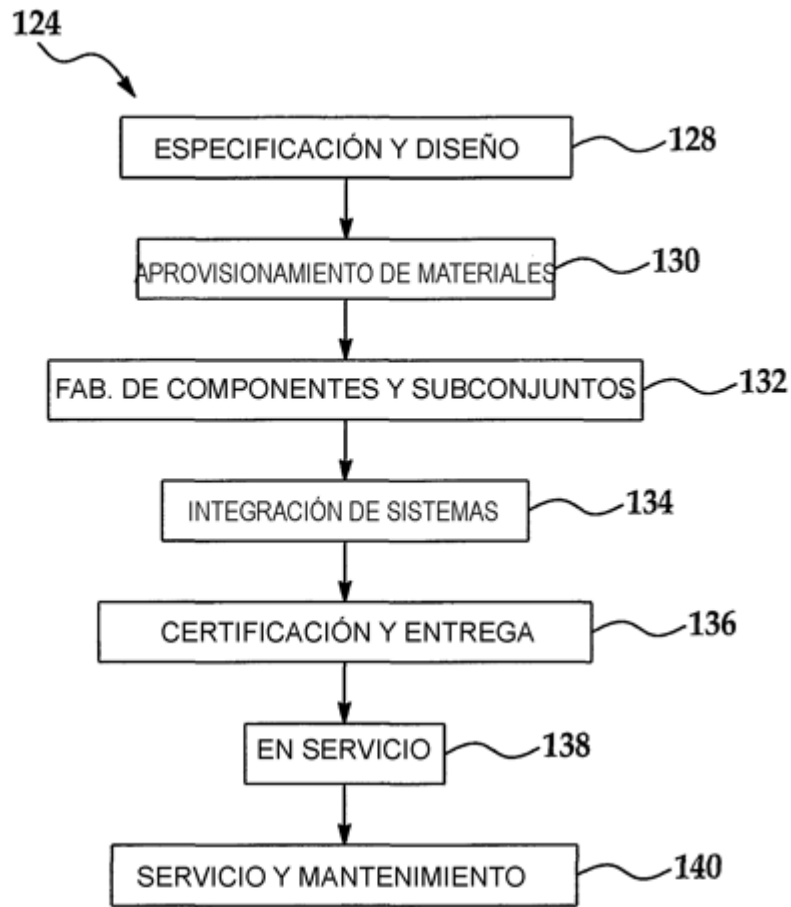


FIG. 12

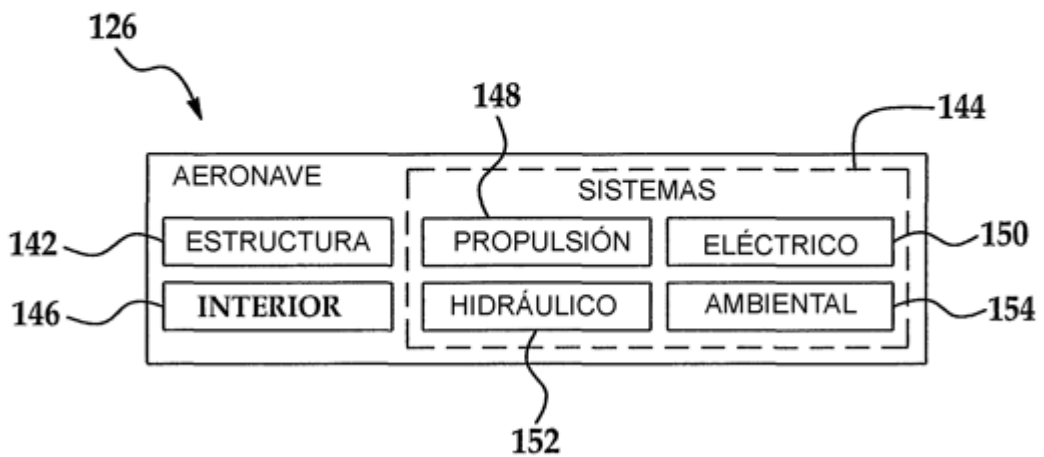


FIG. 13