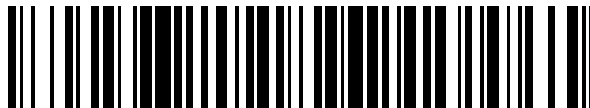


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 443**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

**B29C 70/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2008** E 12151305 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017** EP 2444240

54 Título: **Método de fabricación compuesto que usa un conjunto de módulos compuestos**

30 Prioridad:

**07.12.2007 US 952222**

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

**02.08.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BRENNAN, JOSEPH D;  
JONES, DARRELL D y  
WILLDEN, KURTIS S**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 628 443 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

Método de fabricación compuesto que usa un conjunto de módulos compuestos

Campo técnico

5 La divulgación se refiere generalmente a la producción de aeronaves. La divulgación, más particularmente, se refiere a unos métodos y un aparato de fabricación que utilizan módulos compuestos para fabricar componentes y estructuras.

Antecedentes

10 Algunos componentes de aeronaves comerciales modernas, tal como el revestimiento del fuselaje de una aeronave, por ejemplo, se pueden fabricar usando máquinas avanzadas de colocación de fibras (AFP, *advanced fiber placement*). El proceso de referencia del uso de máquinas AFP para procesos de fabricación de aeronaves puede requerir una elevada inversión de capital en la compra de varias máquinas AFP, herramientas, superficie de fábrica y personal. A las tasas de deposición actuales de AFP (por ejemplo, aproximadamente 6,8 kg/h), puede ser necesario un gran número de máquinas AFP para colocar la cantidad de material que se necesita para soportar las tasas de producción aceptables de aeronaves comerciales.

15 Por lo tanto, se necesita un método de fabricación que pueda tener una capacidad de tasa relativamente elevada y bajos requerimientos en materia de inversión de capital, y que no requiera operadores y programadores versados en la materia para su implementación.

El documento WO 2006 118629 se refiere a un sistema para fabricar un artículo compuesto que incluye un efector extremo, un vehículo robótico, un sensor y un sistema de corte.

20 El documento WO 2004 078641 divulga una conexión entre compuestos con propiedades no compatibles y un método para preparar dichas conexiones. Los compuestos comprenden fibras de primer y segundo tipo, respectivamente, así como resina. La conexión comprende una zona de transición entre los compuestos que tienen una estructura por capas. La zona de transición opcionalmente puede comprender un miembro de transición y el miembro de transición opcionalmente puede estar integrado por uno o varios de los compuestos.

25 La presente invención se expone en las reivindicaciones independientes, con algunas características opcionales expuestas en las reivindicaciones dependientes de la misma.

Sumario

30 La divulgación se dirige generalmente a un método de fabricación compuesto. Una realización ilustrativa del método incluye proporcionar una pluralidad de módulos compuestos; inspeccionar los módulos compuestos; proporcionar una herramienta de curado; y situar los módulos compuestos sobre la herramienta de curado.

El método proporciona una alta tasa de producción y requiere solo una menor inversión de capital. Por otra parte, el método de fabricación puede no requerir de operadores y programadores versados en la materia para su implementación.

Opcionalmente, dicha herramienta de curado comprende una línea exterior de herramienta de moldeo.

35 Opcionalmente, dicha herramienta de curado comprende una línea interior de herramienta de moldeo.

En otra realización, se proporciona una aeronave fabricada mediante el método modular de fabricación compuesto.

En otra realización más, se proporciona un método de fabricación de una estructura compuesta, comprendiendo el método:

proporcionar una herramienta;

40 proporcionar una pluralidad de módulos; y

colocar los módulos en la herramienta de tal manera que:

cada uno de los módulos sea adyacente a al menos otro de los módulos; y

que los módulos adyacentes sean vinculables entre sí para formar una estructura compuesta.

Opcionalmente, dicha etapa de colocación comprende colocar más de un módulo sobre la herramienta sustancialmente al mismo tiempo.

- 5 Opcionalmente, la etapa de colocación comprende colocar los módulos sobre la herramienta de una manera secuencial, comprendiendo el método además:

ejecutar un procedimiento posterior a la colocación en uno de los módulos que se ha colocado sobre la herramienta mientras se está colocando un subsiguiente módulo en la herramienta.

Opcionalmente, dicha etapa de ejecución incluye inspeccionar uno de los módulos que se ha colocado en la herramienta.

- 10 Opcionalmente, dicha etapa de ejecución incluye trabajar en una junta formada entre módulos adyacentes.

Opcionalmente, el método además comprende el curado de la estructura compuesta.

En otra realización, se proporciona un método de fabricación de una estructura compuesta, comprendiendo el método:

preparar un módulo para apilarlo sobre una herramienta; y

- 15 colocar en la herramienta un módulo que ya se haya preparado de acuerdo con dicha etapa de preparación;

dichas etapas de preparación y de apilado se pueden ejecutar sustancialmente al mismo tiempo.

Opcionalmente, dicha etapa de colocación comprende la colocación de una pluralidad de módulos sobre la herramienta de tal manera que al menos dos de los módulos se puedan colocar en la herramienta sustancialmente al mismo tiempo.

- 20 Opcionalmente, dicha etapa de colocación comprende la colocación de una pluralidad de los módulos sobre la herramienta de curado de una manera secuencial, comprendiendo además el método:

ejecutar un procedimiento posterior a la colocación sobre al menos uno de los módulos que se ha colocado sobre la herramienta mientras se está colocando un módulo subsiguiente sobre la herramienta;

dicho procedimiento posterior a la colocación comprende un procedimiento de inspección;

- 25 en el que dicha etapa de ejecución y dicha etapa de colocación de un módulo subsiguiente se pueden ejecutar sustancialmente al mismo tiempo.

Opcionalmente, dicha etapa de ejecución incluye trabajar sobre una junta formada entre unos módulos colocados de forma adyacente.

- 30 En una realización más, se proporciona un método de fabricación de una estructura compuesta utilizando una pluralidad de módulos prefabricados, comprendiendo el método:

preparar uno de los módulos para su apilado;

apilar uno de los módulos preparados; y

llevar a cabo un procedimiento posterior al apilado sobre uno de los módulos apilados;

en el que dichas etapas de preparación, apilado y de llevar a cabo se realizan sustancialmente al mismo tiempo.

- 35 Opcionalmente, el método comprende además las etapas de:

apilar una pluralidad de módulos de manera que al menos dos de los módulos se apilan sustancialmente al mismo tiempo o de una manera secuencial; y

ejecutar un procedimiento de inspección sobre al menos uno de la pluralidad de módulos que se han apilado, o un

procedimiento de unión entre módulos apilados de manera adyacente mientras que se apila un módulo subsiguiente en el que dicha etapa de ejecución y dicha etapa de apilado de un módulo subsiguiente se ejecutan sustancialmente al mismo tiempo.

Breve descripción de las ilustraciones

5 La figura 1 es una vista superior esquemática de un sistema de fabricación que es adecuado para la implementación de una realización ilustrativa del método de fabricación del revestimiento de fuselaje compuesto modular.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un sistema de fabricación que es adecuado para la implementación de una realización ilustrativa del método de fabricación del revestimiento de fuselaje compuesto modular.

10 La figura 3 es una vista del extremo de una máquina SADL (localizador doblador semiautomatizado, *semi-automated doubler locator*), una máquina de recogida y localización y una herramienta de curado.

La figura 4 es un diagrama de flujo que resume una realización ilustrativa del método de fabricación del revestimiento de fuselaje compuesto modular.

La figura 5 es un diagrama de flujo de una metodología de producción y de mantenimiento de aeronaves.

La figura 6 es un diagrama de bloques de una aeronave.

15 La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra realizaciones para la fabricación de estructuras compuestas.

La figura 8 ilustra realizaciones adicionales para la fabricación de estructuras compuestas.

La figura 9 es una vista en sección transversal de unos módulos compuestos colocados de manera adyacente.

Descripción detallada

20 Haciendo referencia inicialmente a las figuras 1-3 de los dibujos, se indica generalmente con la referencia numérica 1 un sistema de fabricación que es adecuado para la implementación de una realización ilustrativa del método de fabricación compuesto modular. El sistema de fabricación 1 se muestra en vista superior en la figura 1 y en vista en perspectiva en la figura 2. El método de fabricación compuesto modular puede utilizar un equipamiento simple, del tamaño correcto para permitir la colocación de materiales compuestos en procesos paralelos en lugar de en serie como parte de la fabricación de fuselajes de aeronaves compuestos u otras piezas. El uso de un enfoque de un proceso paralelo a la laminación automatizada de los módulos del revestimiento del fuselaje de una aeronave u otras piezas puede reducir drásticamente el tiempo del flujo requerido para fabricar una sola pieza. Esto puede reducir la inversión de capital, la superficie de fábrica y el personal de soporte que se requiere para la fabricación de revestimientos compuestos de fuselaje de aeronaves y otras piezas. Además, el método se puede usar en la fabricación de piezas planas apiladas compuestas tales como revestimientos de fuselaje de aeronaves, por ejemplo y sin limitación o piezas contorneadas apiladas compuestas tales como revestimientos de alas de aeronaves y estabilizadores, por ejemplo y sin limitación. El método se puede usar para fabricar paneles, secciones de cuartos, medias secciones de fuselaje, secciones de más de medio fuselaje o secciones de barril entero.

35 Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, el sistema de fabricación 1 puede incluir una o múltiples máquinas de apilado plano de cinta (FTLM) 2 para facilitar la fabricación de piezas planas apiladas compuestas tales como revestimientos de fuselaje de aeronaves, por ejemplo y sin limitación. Adicional o alternativamente, el sistema de fabricación 1 puede incluir una o múltiples máquinas de apilado de tipo contorno (CTLM, *contour type layup machines*) (no mostrado) para facilitar la fabricación de piezas contorneadas apiladas compuestas tales como el revestimiento del ala de una aeronave, el revestimiento del morro y/o el revestimiento de la cola, por ejemplo y sin limitación. La FTLM y la CTLM puede tener un diseño conocido por los expertos en la materia. Aunque una estructura ejemplar y un método de funcionamiento para la FTLM 2 se describirán a continuación, se reconocerá y entenderá que el mismo método de funcionamiento se puede utilizar con respecto a una o más CTLM además de o en lugar de las FTLM 2.

45 Cada FTLM 2 puede incluir un par de rieles de carril 3 de bastidor generalmente alargados, paralelos y separados entre sí. Un bastidor de carro 4 puede abarcar y adaptarse para atravesar bidireccionalmente los rieles de carril 3 del bastidor. El bastidor de carro 4 puede incluir un par de miembros 5 del bastidor de carro generalmente alargados, paralelos y separados entre sí. Los miembros 5 del bastidor de carro se pueden orientar en relación generalmente perpendicular con respecto a los rieles de carril 3 del bastidor.

Un carro de corte 6 se puede adaptarse para atravesar bidireccionalmente los miembros 5 de bastidor del carro del

bastidor de carro 4. Un motor de carro (no mostrado) puede acoplarse con el carro de corte 6 para facilitar el movimiento del carro de corte 6 sobre el bastidor de carro 4. Un dispositivo de corte 7 se puede proporcionar sobre el carro de corte 6. En algunas realizaciones, el dispositivo de corte 7 puede ser un cuchillo ultrasónico, aunque alternativamente se pueden usar instrumentos de corte alternativos conocidos por los expertos en la materia y adecuados para este propósito.

Un carril de rotación 10 de la plataforma de transferencia, que puede ser circular o anular, se puede proporcionar entre los rieles de carril 3 del bastidor y por debajo del bastidor de carro 4. Una plataforma de transferencia 14 se puede proporcionar de forma desmontable sobre el carril de rotación 10 de la plataforma de transferencia. La plataforma de transferencia 14 generalmente puede tener una forma cuadrada. Las porciones de esquina 14a de la plataforma de transferencia 14 pueden encajar de manera deslizable o rotativa con el carril de rotación 10 de la plataforma de transferencia según los conocimientos de los expertos en la materia, tal como a través de rodillos (no mostrados), por ejemplo y sin limitación. Como se describirá a continuación, una hoja portadora 16 se puede colocar sobre la plataforma de transferencia 14. Un módulo compuesto 18 se puede colocar sobre la hoja portadora 16. La plataforma de transferencia 14 se puede rotar sobre el carril de rotación 10 de la plataforma de transferencia, el bastidor de carro 4 se puede mover a lo largo de los rieles de carril 3 del bastidor y el carro de corte 6 se puede mover a lo largo de los miembros 5 de bastidor de carro del bastidor de carro 4 para facilitar el corte del módulo compuesto 18 a lo largo un eje o ejes seleccionados poniendo en funcionamiento el dispositivo de corte 7.

Tal como se muestra en las figuras 1-3, el sistema de fabricación 1 también puede incluir una máquina SADL (localizador doblador semiautomatizado, *Semi-Automated Doubler Locator*) 22. La máquina SADL 22 puede incluir un pedestal 23 que se puede hacer portátil mediante múltiples ruedas 24 de pedestal. Una plataforma de formación de módulo 25 se puede proporcionar sobre el pedestal 23. La plataforma de formación de módulo 25 se puede adaptar para recibir y soportar una hoja portadora 16 sobre la que se tiende un módulo compuesto 18 con los objetivos que se describirán a continuación.

Como se muestra además en las figuras 1-3, el sistema de fabricación 1 puede incluir además una máquina de recogida y colocación 30. Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, la máquina de recogida y colocación 30 se puede situar generalmente adyacente a la máquina SADL 22. Como se muestra adicionalmente en la figura 1, en algunas realizaciones se puede proporcionar una máquina SADL 22 en o generalmente adyacente a los extremos respectivos de la máquina de recogida y colocación 30. La máquina de recogida y colocación 30 puede incluir una grúa de pórtico 31 que tiene un par de rieles 32 generalmente alargados, paralelos y separados entre sí. Cada riel 32 de la grúa de pórtico 31 puede estar soportado por múltiples soportes 33 de riel separados entre sí tal como se muestra en la figura 3. Al menos un carro de cabezal 36 de colocación puede abarcar y encajar de manera deslizable con los rieles 32 de la grúa de pórtico 31. Cada carro de cabezal 36 de colocación se puede adaptar para desplazarse bidireccionalmente sobre los rieles 32, tal como indica la flecha 8 de doble punta en la figura 1. Un motor de carro (no mostrado) se puede encajar con cada carro de cabezal 36 de colocación para facilitar el movimiento del carro de cabezal 36 de colocación sobre los rieles 32.

Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, una cabeza de colocación de módulo 40 se puede suspender desde cada carro de cabezal 36 de colocación. La cabeza de colocación de módulo 40 puede incluir un vástago de cabezal 41 y un miembro de encaje de módulo 42 generalmente curvo o arqueado. El vástago de cabezal 41 de la cabeza de colocación de módulo 40 puede estar unido al carro de cabezal 36 de colocación usando cualquier técnica adecuada conocida por los expertos en la materia. En algunas realizaciones, al menos una brida de montaje 37 de cabezal se extiende desde el carro de cabezal 36 de colocación. Al menos una abrazadera de sujeción 44 de módulo se extiende desde el vástago de cabezal 41. La abrazadera de sujeción 44 de módulo se puede conectar a al menos una brida de montaje 37 del cabezal mediante un miembro de fijación 38 del cabezal.

Como se muestra además en las figuras 2 y 3, el miembro de encaje de módulo 42 de la cabeza de colocación de módulo 40 puede incluir una superficie de formación de módulo 43 generalmente convexa. Un escáner 49 de un sistema de inspección por escaneado 46 se puede adaptar para atravesar la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 42. El escáner 49 puede estar unido al miembro de encaje de módulo 42 según los conocimientos de los expertos en la materia con este objetivo. En algunas realizaciones, una ranura de escáner 47 generalmente alargada y curvada se puede proporcionar en el miembro de encaje de módulo 42 generalmente adyacente a, y a lo largo de, la superficie de formación de módulo 43. Una abrazadera de escáner 48 puede encajar con la ranura de escáner 47 para atravesar la ranura de escáner 47. El escáner 49 se puede proporcionar sobre la abrazadera de escáner 48. Un motor de escáner (no mostrado) puede encajar con la abrazadera de escáner 48 para facilitar el movimiento selectivo de la abrazadera de escáner 48 en la ranura de escáner 47 y el escáner 49 a lo largo de, y adyacente a, la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 42. Un sistema de análisis de inspección y de control (no mostrado) se puede conectar al motor de escáner (no mostrado) y al escáner 49 para facilitar el movimiento de escaneado del escáner 49 y recuperar y analizar imágenes recibidas desde el escáner 49.

El sistema de fabricación 1 puede además incluir una herramienta de curado, un mandril o un molde 54. La herramienta de curado 54 puede ser una herramienta de curado OML (línea externa del molde, *Outer Mold Line*) o

- una IML (línea interna de molde, *Inner Mold Line*), por ejemplo y sin limitación. Tal como se muestra en las figuras 1, 2 y 3, la herramienta de curado 54 se puede situar generalmente adyacente a la máquina SADL 22 y entre los rieles 32 de la máquina de recogida y colocación 30. Tal como se muestra en la figura 3, en algunas realizaciones la herramienta de curado 54 puede incluir una base de herramienta 55 y lados de herramienta 56 generalmente paralelos y separados que se extienden desde la base de herramienta 55. Una superficie de colocación de módulo 57 generalmente curvada o semicircular se puede proporcionar en la base de herramienta 55 y los lados de herramienta 56 y se puede extender a lo largo de la longitud de la herramienta de curado 54. Sin embargo, se reconocerá y entenderá que la herramienta de curado 54 (tal como en el caso de herramientas de curado IML, por ejemplo) no necesita tener necesariamente una sección transversal enteramente cilíndrica o semicilíndrica tal como se muestra con respecto a la superficie de colocación de módulo 57 de la herramienta de curado 54. En circunstancias en las que se desea utilizar el método de fabricación sobre cuartos de panel, por ejemplo y sin limitación, se podrían utilizar las herramientas de curado 54 que tienen tanto una configuración OML como IML. Además, la herramienta de curado 54 puede configurarse como un molde de ala o de estabilizador, una herramienta, una herramienta de curado o como cualquier configuración dependiendo de la pieza que se tenga que fabricar.
- 15 En la implementación habitual del método de fabricación compuesto modular, el método se puede usar para fabricar un revestimiento 60 del fuselaje de una aeronave (figura 1) usando los múltiples módulos compuestos 18. Dependiendo de la aplicación y de la pieza que se tiene que fabricar, cada módulo 18 puede incluir cualquier combinación de fibra de carbono unidireccional preimpregnada; tejido de fibra de carbono preimpregnado; fibra de vidrio; KEVLAR® poli (p-fenilentereftalamida); u otros materiales. Cada módulo 18 puede tener al menos una capa.
- 20 Una hoja portadora 16, sobre la que se puede tender un módulo compuesto 18, se puede colocar inicialmente sobre una plataforma de transferencia 14. La plataforma de transferencia 14 se puede colocar sobre el carril anular de rotación 10 de la plataforma de transferencia de una FTLM 2. El dispositivo de corte 7 sobre el carro de corte 6 se puede hacer funcionar para recortar o cortar el módulo compuesto 18 a las dimensiones y forma deseadas. Durante la operación de recorte, corte o modulación, el módulo compuesto 18 se puede colocar en orientaciones seleccionadas con respecto al dispositivo de corte 7 mediante el movimiento del carro de corte 6 a lo largo de los miembros 5 de bastidor de carro del bastidor de carro 4; el movimiento del bastidor de carro 4 a lo largo de los rieles de carril 3 del bastidor; y/o la rotación de la plataforma de transferencia 14 sobre el carril de rotación 10 de la plataforma de transferencia. Cada FTLM 2 puede facilitar la modulación a alta velocidad de los módulos compuestos 18 que son para formar el revestimiento 60 del fuselaje de una aeronave usando tecnología de recorte de red.
- 25 Después de recortar o cortar del módulo compuesto 18, la plataforma de transferencia 14, sobre la que se tiende la hoja portadora 16 y el módulo compuesto 18 recortado o cortado, se puede retirar del carril de rotación 10 de la plataforma de transferencia. La plataforma de transferencia 14 se puede transportar desde la FTLM 2 a una de las máquinas SADL 22. La retirada de la plataforma de transferencia 14 desde la rejilla de rotación 10 de la plataforma de transferencia y/o el transporte de la plataforma de transferencia 14 puede ser automatizada o manual. En la máquina SADL 22, la hoja portadora 16 se puede retirar de la plataforma de transferencia 14 y colocar sobre la plataforma de formación de módulo 25 de la máquina SADL 22. La hoja portadora 16 puede estar provista de múltiples aberturas de herramientas / de indexación (no mostradas) que se pueden indexar en la máquina SADL 22 para facilitar el posicionamiento y colocación adecuados de la hoja portadora 16 sobre la plataforma de formación de módulo 25.
- 30 El carro de cabezal 36 de colocación puede después ponerse en funcionamiento para deslizarse a lo largo de los rieles 32 sobre la grúa de pórtico 31 de la máquina de recogida y colocación 30 para posicionar el miembro de encaje de módulo 42 de la cabeza de colocación de módulo 40 directamente sobre el módulo compuesto 18. La plataforma de formación de módulo 25 de la máquina SADL 22 puede entonces elevarse contra la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 42 para formar o contornear el módulo compuesto 18 plano al contorno generalmente convexo de la superficie de formación de módulo 43, tal como se indica con la línea de puntos en la figura 3, mediante un proceso de compactación de módulo. Se puede automatizar la formación y contorneado del módulo 18 en la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 42. Se pueden transportar módulos compuestos 18 adicionales desde la máquina FTLM 2 hasta la plataforma de formación de módulo 25 de la máquina SADL 22 y formarse en la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 42 de un modo laminado o multicapa cuando se necesita alcanzar un espesor deseado del revestimiento 60 del fuselaje de una aeronave (figura 1). Por consiguiente, se pueden colocar sucesivos módulos compuestos 18 unos encima de otros para formar un módulo 18 laminado que tenga múltiples capas. Dependiendo de la aplicación, la cabeza de colocación de módulo 40 puede colocar capas de fibra continuas o capas de tejido continuas en conjunción con capas tejidas de los módulos compuestos 18. En algunas aplicaciones, los módulos 18 adyacentes se pueden acoplar entre sí según los conocimientos de los expertos en la materia. Se reconocerá y entenderá que los módulos compuestos 18 no siempre necesitan formarse sobre la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 42 sobre la cabeza de colocación de módulo 40. En el caso de una herramienta de curado IML 54, los módulos 18 se pueden formar directamente sobre la herramienta de curado 54 o sobre otras capas de revestimiento usando la máquina SADL 22.
- 55 Después de que el número deseado de módulos compuestos 18 se haya organizado sobre la cabeza de colocación de módulo 40 de la máquina de recogida y colocación 30, el escáner 49 del sistema de inspección por escaneado 46

se puede hacer funcionar para atravesar la superficie de formación de módulo 43 del miembro de encaje de módulo 43 con el objetivo de inspeccionar los módulos compuestos 18. Los módulos compuestos 18 defectuosos se pueden retirar de la cabeza de colocación de módulo 40 y se pueden remplazar con módulos compuestos 18 no defectuosos. La inspección de los módulos 18 sobre la cabeza de colocación de módulo 40 puede ser un proceso automatizado.

5 El carro de cabezal 36 de colocación de la máquina de recogida y colocación 30 puede entonces ponerse en funcionamiento para atravesar los rieles 32 sobre la grúa de pórtico 31 de la máquina de recogida y colocación 30 y facilitar la colocación precisa de los módulos compuestos 18 apilados, laminados, comprimidos e inspeccionados en la ubicación deseada sobre la superficie de colocación de módulo 57 (figura 3) de la herramienta de curado 54. Los  
10 módulos 18 apilados, laminados y comprimidos adicionales se pueden formar de un modo similar y colocar en las ubicaciones deseadas sobre la superficie de colocación de módulo 57 para formar el revestimiento 60 del fuselaje de una aeronave. Los bordes de módulo 19 de módulos 18 adyacentes pueden ser en rampa y solaparse mediante una unión a bisel (no mostrada) o de empalme en rampa (no mostrada) hasta que el revestimiento 60 del fuselaje de una aeronave se haya apilado completamente.

15 Refiriéndose a continuación al diagrama de flujo 300 de la figura 4, se resume una realización ilustrativa de un método de fabricación compuesto modular. El método se puede usar para fabricar un revestimiento del fuselaje de una aeronave que tiene un espesor deseado, por ejemplo y sin limitación. En el bloque 302, se puede apilar un módulo compuesto. El módulo puede ser un módulo de revestimiento del fuselaje de una aeronave que se puede usar para fabricar una estructura tal como un revestimiento del fuselaje de una aeronave, por ejemplo y sin limitación, y se puede apilar usando una FTLM (máquina de apilado de cinta plana), por ejemplo y sin limitación.  
20 Adicionalmente o alternativamente, el módulo se puede usar para fabricar una estructura tal como el revestimiento del ala de una aeronave, el revestimiento del morro o el revestimiento de la cola, por ejemplo y sin limitación, en cuyo caso el módulo se puede apilar usando una CTLM (máquina de apilado de cinta de contorno). En el bloque 304, el módulo se puede transferir a una máquina SADL (localizador doblador semiautomatizado). En el bloque 306, el módulo se puede formar en el contorno de un revestimiento del fuselaje de una aeronave u otra estructura. En el  
25 bloque 308, las etapas llevadas a cabo en los bloques 302, 304 y 306 se pueden repetir para formar un espesor deseado del revestimiento del fuselaje de una aeronave u otra estructura. En el bloque 310, los módulos se pueden inspeccionar. En el bloque 312, los módulos apilados o laminados se pueden apilar sobre una herramienta de curado. La herramienta de curado puede ser una herramienta de curado OML (línea externa de molde) o IML (línea interna de molde), por ejemplo y sin limitación. En el bloque 314, las etapas llevadas a cabo en los bloques 302, 304,  
30 306, 308, 310 y 312 se pueden repetir tantas veces como sea necesario para apilar completamente el revestimiento del fuselaje de una aeronave u otra estructura.

En referencia ahora a las figuras 5 y 6, se pueden usar realizaciones de la divulgación en el contexto de un método de producción y servicio 78 de aeronaves tal como se muestra en la figura 5 y una aeronave 94 tal como se muestra en la figura 6. Durante la preproducción, el método 78 ejemplar puede incluir especificación y un diseño 80 de la  
35 aeronave 94 y la adquisición de material 82. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 84 de componentes y subconjuntos y una integración 86 del sistema de la aeronave 94. A continuación, la aeronave 94 puede pasar por una certificación y entrega 88 con el fin de ponerla en servicio 90. Mientras que está en servicio por parte de un cliente, se puede programar la aeronave 94 para un mantenimiento y servicio 92 rutinarios (que pueden además incluir la modificación, la reconfiguración, la renovación y demás).

40 Cada uno de los procesos del método 78 se puede ejecutar o llevar a cabo por un sistema integrador, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir sin limitación cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratas de sistemas principales; un tercero puede incluir sin limitación cualquier número de proveedores, subcontratas y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, una empresa de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicios y demás.

45 Tal como se muestra en la figura 6, la aeronave 94 producida mediante el método 78 ejemplar puede incluir un armazón de aeronave 98 con una pluralidad de sistemas 96 y un interior 100. Los ejemplos de sistemas 96 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema de propulsión 102, un sistema eléctrico 104, un sistema hidráulico 106 y un sistema ambiental 108. Se puede incluir cualquier cantidad de otros sistemas. Si bien se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria automotriz.

50 El aparato aquí realizado puede emplearse durante una cualquiera o más de las fases del método de producción y servicio 78. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la producción pueden fabricarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 94 está en servicio. Además, se pueden utilizar una o más realizaciones del aparato durante las etapas de producción 84 y 86, por ejemplo, acelerando sustancialmente el montaje de una aeronave 94 o reduciendo su costo. De una manera similar, pueden  
55 utilizarse una o más realizaciones del aparato mientras la aeronave 94 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y servicio 92.

Como se ha mencionado anteriormente, el método de fabricación compuesto modular puede utilizar equipos del tamaño adecuado para permitir apilar los materiales compuestos en procesos paralelos en lugar de en serie como

5 parte de la fabricación de fuselajes compuestos de aeronaves u otras piezas. En este sentido, se hace referencia a las figuras 7 y 8. Según un número de realizaciones, un método 700 de fabricación de una estructura compuesta puede incluir situar 702 una pluralidad de los módulos 18 sobre la herramienta 54 de manera que cada uno de los módulos 18 es adyacente a al menos otro de los módulos 18, tal como se muestra en la figura 9 y de manera que los módulos 18 adyacentes se pueden vincular entre sí, tal como en una junta 704, para formar una estructura compuesta.

10 En algunas de las realizaciones, se puede colocar más de un módulo 18 sobre la herramienta 54 sustancialmente al mismo tiempo; en tales realizaciones, se puede proporcionar una pluralidad de las plataformas de transferencia 14. Además, en la formación de la estructura compuesta, los módulos 18 se pueden colocar sobre la herramienta 54 de una forma sustancialmente secuencial, con un procedimiento posterior a la colocación 706 que se desempeña sobre uno de los módulos 18 que ya se ha colocado sobre la herramienta 18 (tal como se indica mediante la nota  $n-2$  en la figura 8) mientras un módulo 18 subsiguiente se coloca sobre la herramienta 54 (tal como se indica mediante la nota  $n-1$  en la figura 8). En varias realizaciones, se pueden llevar a cabo la etapa de colocación 702 y la etapa del proceso posterior a la colocación 706 mientras se prepara 708 un módulo 18 subsiguiente para su colocación (tal como se indica mediante la nota  $n$  en la figura 8).

15 En cuanto a la ejecución de un procedimiento posterior a la colocación 706, este puede incluir la inspección 710 de uno de los módulos 18 que ya se ha colocado sobre la herramienta 18 (tal como se indica mediante la nota  $n-2$  en la figura 8). La ejecución 706 de un procedimiento posterior a la colocación puede además incluir trabajar sobre la junta 704 formada entre módulos 18 adyacentes. En algunas de las realizaciones tal como las que se muestran en las figuras 7 y 8, el método 700 de fabricación puede incluir la ejecución, por ejemplo, de las etapas de inspección 710 y la etapa del proceso posterior a la colocación 706 sobre diferentes módulos 18 colocados sustancialmente al mismo tiempo

20 En varias realizaciones, situar 702 un módulo 18 sobre una herramienta 54 puede incluir la carga 712 de un módulo 18 sobre una plataforma de transferencia 14, la indexación 714 del módulo cargado en una posición adecuada, y/o después el apilado 716 del módulo sobre la herramienta 54. Después de que todos los módulos 18 se hayan situado sobre la herramienta 54 y de que se haya llevado a cabo cualquier proceso de colocación 706 subsiguiente, entonces la estructura puede curarse.

25 Aunque las realizaciones de esta divulgación se han descrito con respecto a ciertas realizaciones ejemplares, se ha de entender que las realizaciones específicas tienen fines ilustrativos y no limitativos, pues los expertos en la materia podrán hallar otras variaciones.

30 Los aspectos y las características de la presente divulgación se exponen en las siguientes cláusulas numeradas que contienen la materia objeto de las reivindicaciones de la solicitud de patente europea relativa tal como se presentó inicialmente:

- 35 1. Un método de fabricación compuesto modular, que comprende:
  - proporcionar una pluralidad de módulos compuestos;
  - inspeccionar dichos módulos compuestos;
  - proporcionar una herramienta de curado; y
  - situar dichos módulos compuestos sobre dicha herramienta de curado.
- 40 2. El método de la cláusula 1 que además comprende facilitar un contorno seleccionado para cada uno de dichos módulos compuestos.
3. El método de la cláusula 2 que además comprende el corte de dichos módulos compuestos anteriormente a dicha facilitación de un contorno seleccionado para cada uno de dichos módulos compuestos.
4. El método de la cláusula 1 en el que cada uno de dicha pluralidad de módulos compuestos comprende al menos una capa.
- 45 5. El método de la cláusula 1 que además comprende el acoplado de módulos adyacentes de dicha pluralidad de módulos compuestos entre sí.
6. El método de la cláusula 1 que además comprende situar sucesivos módulos de dicha pluralidad de módulos compuestos unos sobre otros para formar una pluralidad de capas.



7. El método de la cláusula 1 en el que dichos módulos compuestos comprenden bordes de módulo en rampa dispuestos en relación de solape con respecto unos a otros sobre dicha herramienta de curado.
8. El método de la cláusula 1 en el que cada uno de dichos módulos compuestos incluye cualquier combinación de una fibra de carbono unidireccional preimpregnada, un tejido de fibra de carbono, fibra de vidrio, un tejido de fibra de vidrio, poli (p-fenilentereftalamida) o un tejido poli (p-fenilentereftalamida).
- 5
9. El método de la cláusula 1 en el que dicha inspección de dichos módulos compuestos comprende proporcionar un sistema de inspección por escaneado y escanear dichos módulos compuestos poniendo en funcionamiento dicho sistema de inspección por escaneado.
- 10
10. El método de la cláusula 1 en el que dicha herramienta de curado comprende una base de herramienta y lados de herramienta separados que se extienden desde dicha base de herramienta y una superficie de colocación de módulo generalmente cóncava proporcionada en dichos lados de herramienta y dicha base de herramienta y en el que dicha colocación de dichos módulos compuestos sobre dicha herramienta de curado comprende situar dichos módulos compuestos sobre dicha superficie de colocación de módulo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar una estructura compuesta, comprendiendo el método:
- proporcionar una herramienta de curado (54);
- proporcionar una pluralidad de módulos compuestos (18) comprendiendo bordes de módulo en rampa;
- 5 inspeccionar dichos módulos compuestos (18) con un sistema de inspección (46);
- situar los módulos compuestos (18) sobre la herramienta de curado (54) de manera que:
- cada uno de los módulos compuestos (18) sea adyacente a al menos otro de los módulos compuestos (18) de manera que los bordes de los módulos compuestos (18) adyacentes estén dispuestos en relación solapada cada uno con respecto a otro sobre la herramienta de curado (54), y
- 10 los módulos compuestos (18) adyacentes se puedan vincular juntos; y
- curar los módulos compuestos (18) sobre la herramienta de curado (54) para formar la estructura compuesta;
- comprendiendo la compactación de cada módulo compuesto (18) contra una superficie de formación de módulo (43) generalmente convexa de un miembro de encaje de módulo (42) mediante la elevación de una plataforma de formación de módulo (25) contra la superficie de formación de módulo (43) del miembro de encaje de módulo (42) de manera que se facilita un contorno seleccionado a cada uno de dichos módulos compuestos (18), y después dicha inspección, antes de que cada módulo compuesto (18) se coloque sobre una superficie de colocación de módulo (57) de dicha herramienta de curado (54);
- 15 en el que el sistema de inspección (46) es un sistema de inspección por escaneado que tiene un escáner (49) unido al miembro de encaje de módulo (42) y adaptado para atravesar la superficie de formación de módulo (43).
- 20 2. El método de la reivindicación 1 en el que dicha etapa de colocación comprende situar más de un módulo compuesto (18) sobre la herramienta de curado (54) al mismo tiempo sustancialmente.
3. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de colocación comprende situar los módulos compuestos (18) sobre la herramienta de curado (54) de una manera secuencial, comprendiendo el método además:
- 25 ejecutar un procedimiento posterior a la colocación sobre uno de los módulos compuestos (18) que se ha colocado sobre la herramienta de curado (54) mientras un módulo compuesto (18) subsiguiente se coloca sobre la herramienta de curado (54).
4. El método de la reivindicación 3 en el que dicha etapa de ejecución incluye inspeccionar uno de los módulos compuestos (18) que se ha colocado sobre la herramienta de curado (54).
- 30 5. El método de la reivindicación 4 en el que dicha inspección de dichos módulos compuestos (18) comprende proporcionar un sistema de inspección por escaneado (46) y escanear dichos módulos compuestos (18) poniendo en funcionamiento dicho sistema de inspección por escaneado (46).
6. El método de la reivindicación 3 en el que dicha etapa de ejecución incluye trabajar sobre una junta formada entre módulos compuestos (18) adyacentes.
- 35 7. El método de la reivindicación 1 en el que cada uno de dichos módulos compuestos (18) incluye cualquier combinación de una fibra de carbono unidireccional preimpregnada, un tejido de fibra de carbono, fibra de vidrio, un tejido de fibra de vidrio, poli (p-fenilentereftalimida) o un tejido poli (p-fenilentereftalimida).
- 40 8. El método de la reivindicación 1 en el que dicha herramienta de curado (54) comprende una base de herramienta (55), lados de herramienta (56) separados que se extienden desde dicha base de herramienta (55) y una superficie de colocación de módulo (57) proporcionada en dichos lados de herramienta (56) y dicha base de herramienta (55), y en el que dicha colocación de dichos módulos compuestos (18) sobre dicha herramienta de curado (54) comprende situar dichos módulos compuestos (18) sobre dicha superficie de colocación de módulo (57).

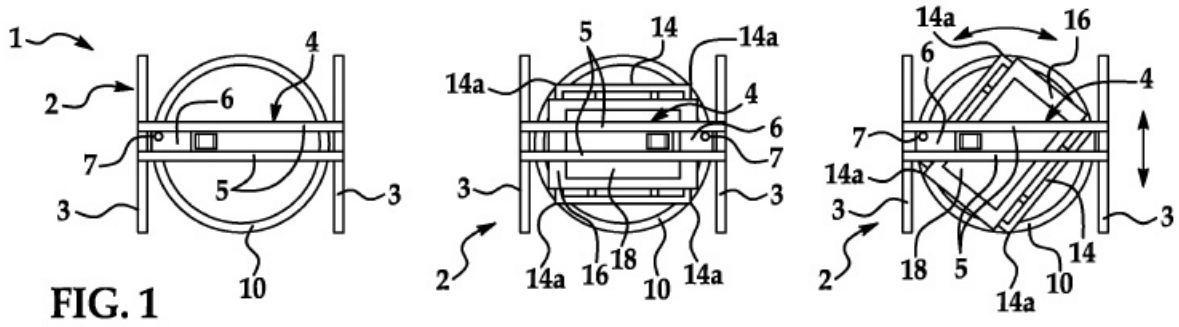
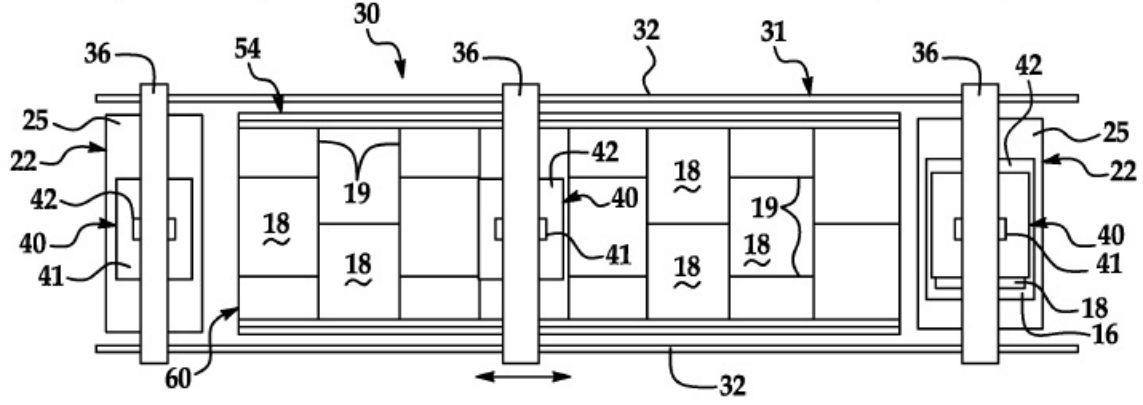
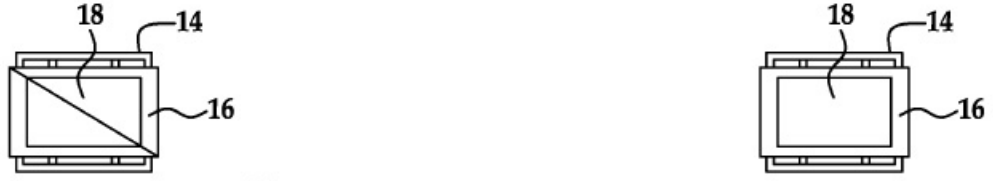
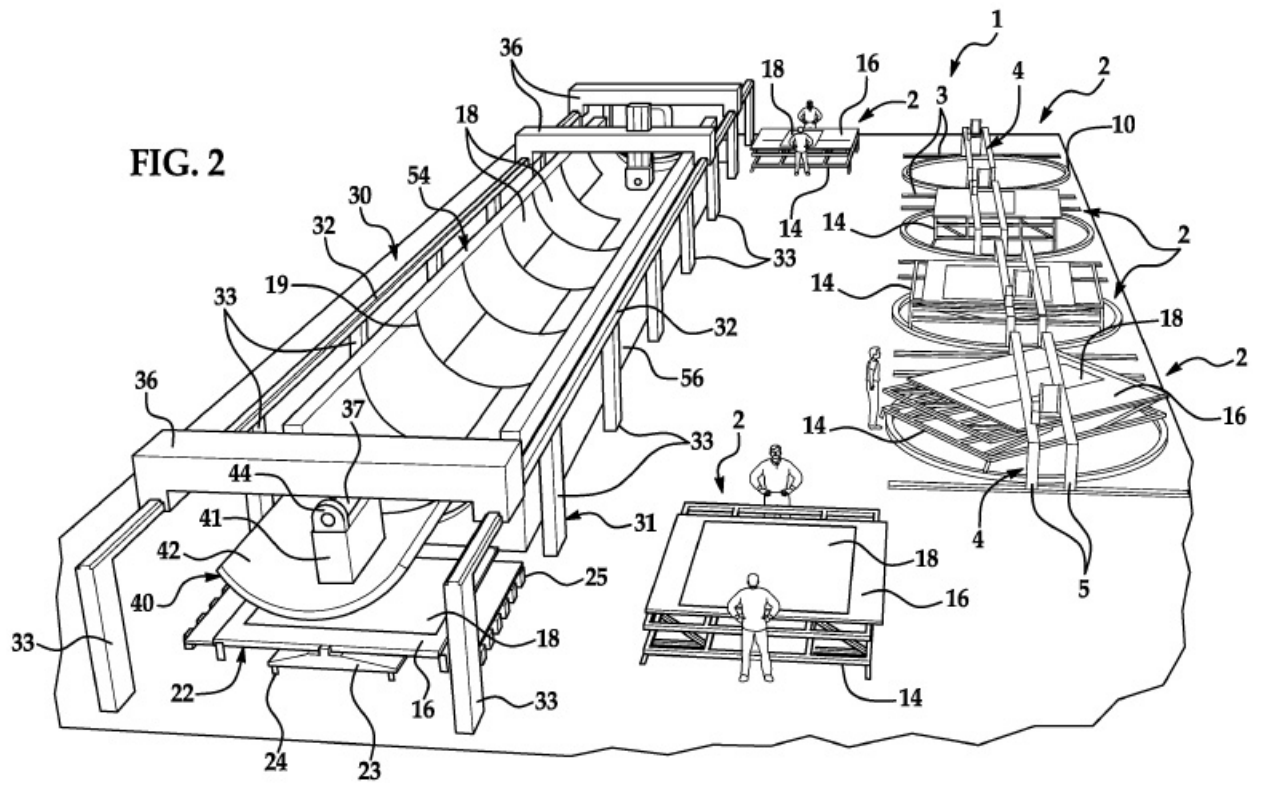


FIG. 1





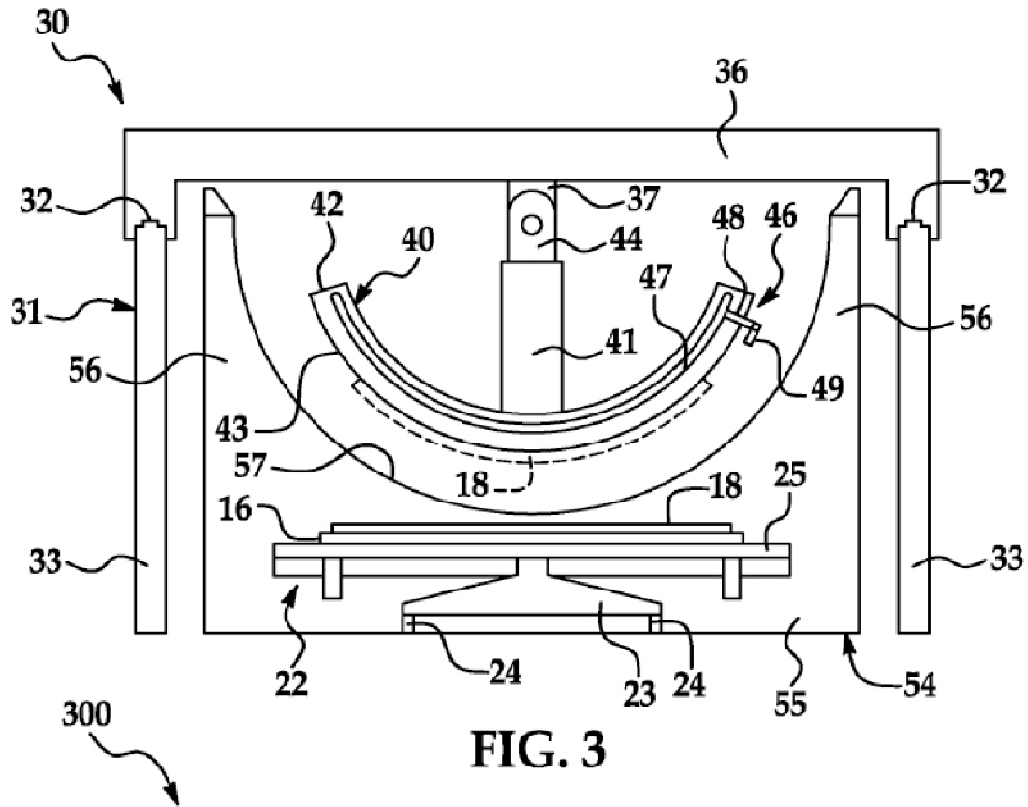


FIG. 3

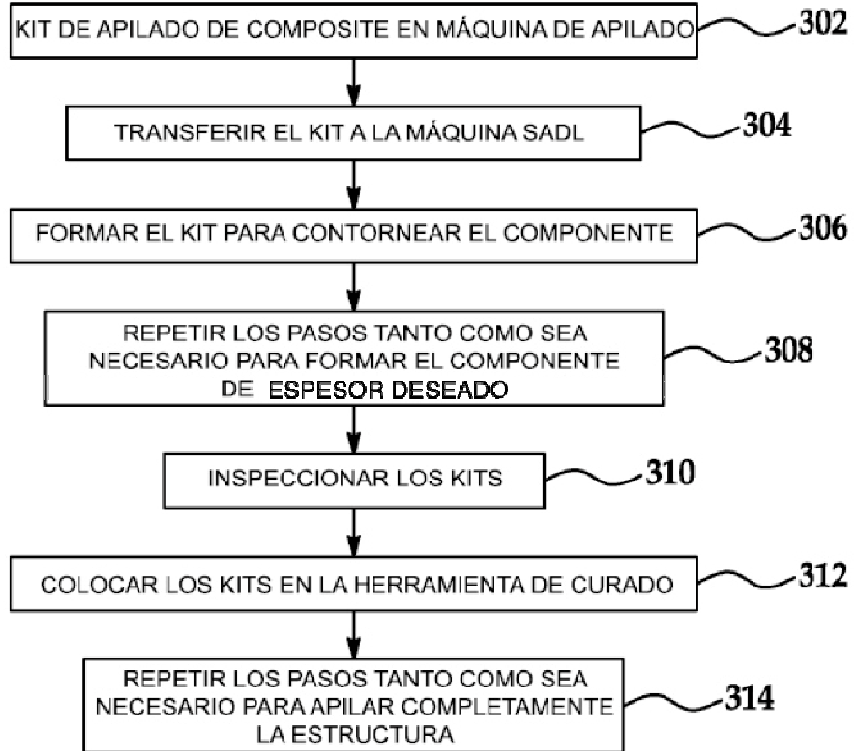
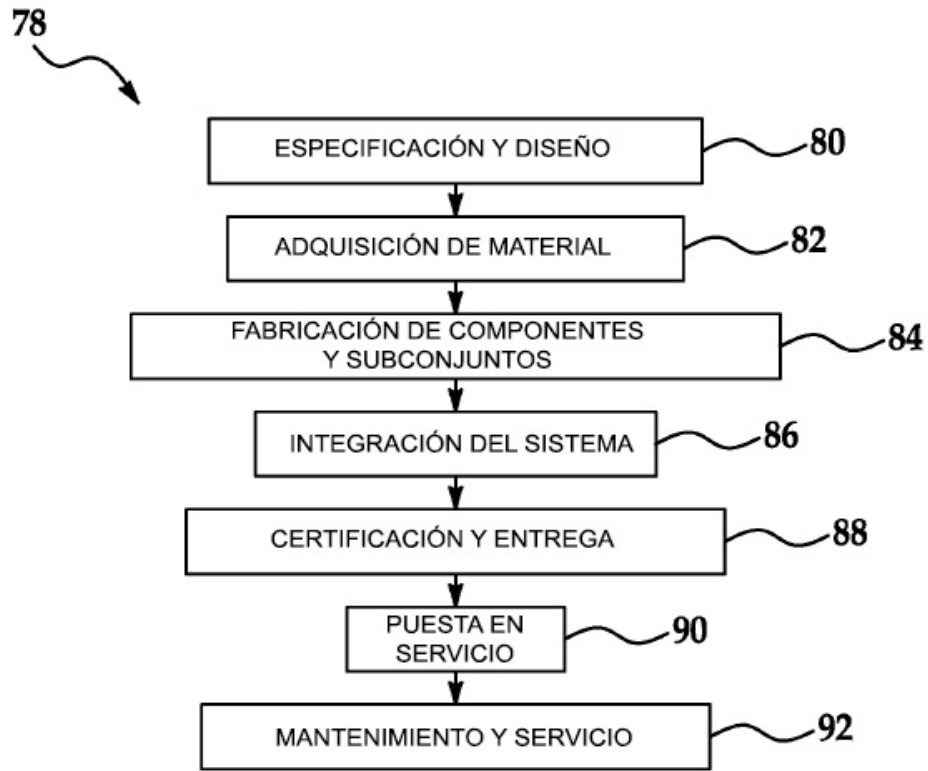
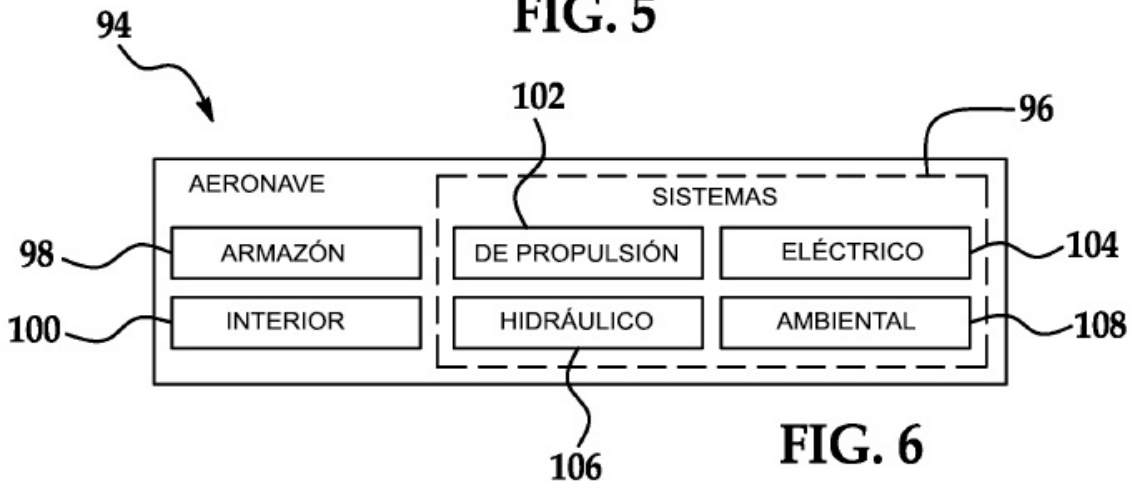


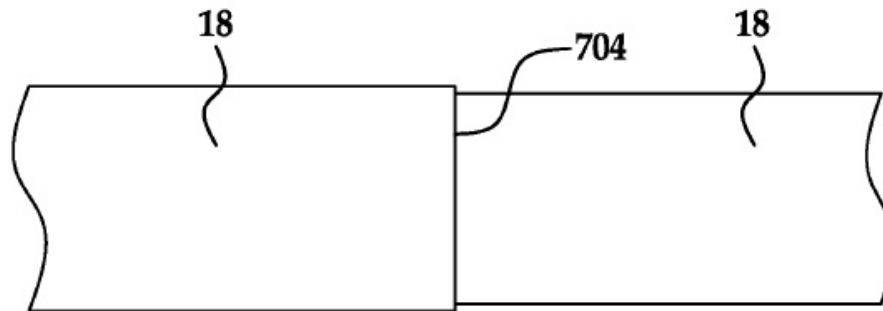
FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 9**

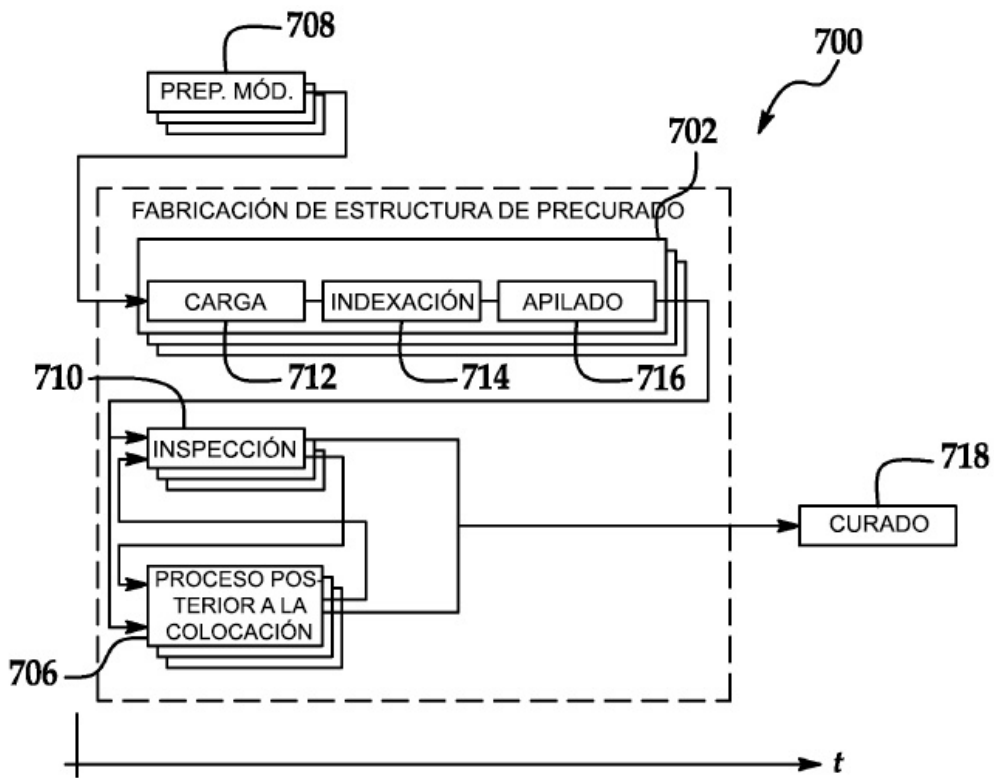


FIG. 7

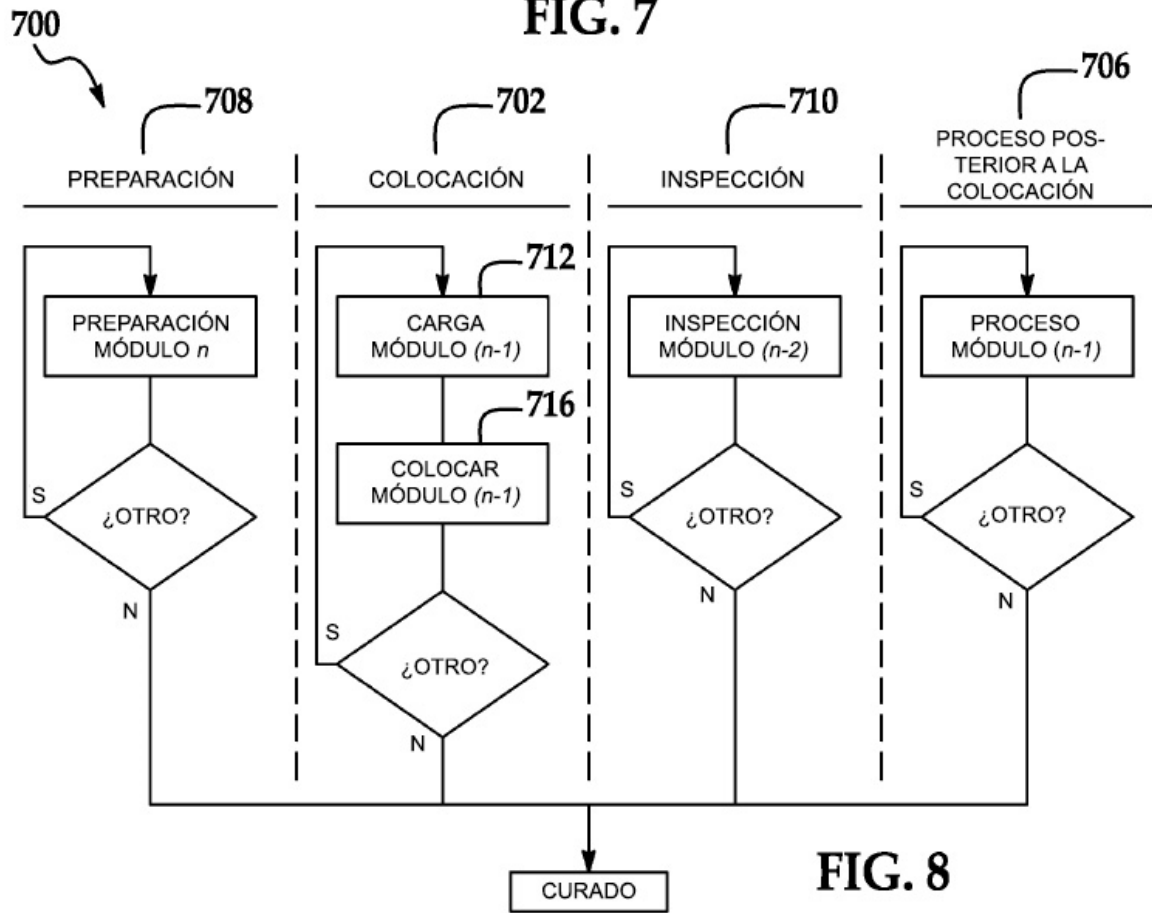


FIG. 8