

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 358**

51 Int. Cl.:

B29C 70/52 (2006.01)

B29L 31/00 (2006.01)

B29K 101/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2008** **E 08253066 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017** **EP 2039495**

54 Título: **Proceso para la formación de material compuesto termoplástico curvo**

30 Prioridad:

21.09.2007 US 859057

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

06.06.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WILKERSON, RANDALL D.;
RUBIN, ALEXANDER M. y
FOX, JAMES R.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 615 358 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

Proceso para la formación de material compuesto termoplástico curvo

5 Esta divulgación se refiere en general a procesos de fabricación que utilizan materiales de plástico, y más específicamente, a un proceso para la formación de un material compuesto termoplástico curvo a partir de pilas o bobinas de material rectas.

10 Existen numerosos procesos para la fabricación de laminados de material compuesto termoplástico (TPC) de espesor constante y longitud recta. Además de los procesos discontinuos como el prensado, estampación y embutición de autoclave, existen procesos continuos, tales como la extrusión, extrusión por estirado, laminado y moldeo por compresión. Aunque estos últimos procesos pueden ser capaces de producir partes en longitudes continuas, carecen de la capacidad de producir partes que tienen espesor y/o curvatura variable a lo largo de su longitud que pueden ser necesarias para las estructuras aeroespaciales ligeras y otras estructuras donde el peso puede ser de particular importancia. Además, estos procesos de fabricación continuos se basan en la alimentación de múltiples longitudes discretas de materiales TPC para formar características de una parte individual. Por tanto, las longitudes discretas de TPC se deben cortar, clasificar, etiquetar, almacenar y alimentarse individualmente en la máquina que realiza el proceso de fabricación continua. El uso de longitudes discretas de material TPC reduce la automatización del proceso de fabricación, aumenta los requisitos de espacio de la fábrica y puede añadir costes de material. En la fabricación de partes termoplásticas curvas, el uso de una pila de material que se puede pre-cortar en a la forma curva da como resultado un uso menos eficaz de material.

25 Por consiguiente, existe la necesidad de un proceso para formar partes de materiales compuestos termoplásticos curvas a partir de pilas o bobinas de material rectas. Las realizaciones ilustradas de la divulgación están destinadas a satisfacer esta necesidad.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones serán evidentes a partir de la siguiente descripción, cuando se observa de acuerdo con los dibujos adjuntos y reivindicaciones adjuntas.

30 El documento US 2007/0175575 A1 divulga un método de fabricación de formar partes laminadas de material compuesto termoplástico curvas con espesor personalizado y variable en un proceso continuo.

Sumario

35 En un primer aspecto de la invención, se proporciona un proceso para formar un material compuesto termoplástico curvo, el proceso como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

40 La divulgación se refiere en general a un proceso para formar un material compuesto termoplástico curvo. De acuerdo con una realización ilustrativa, el proceso incluye proporcionar una longitud de material termoplástico recto; pre-formar la longitud del material termoplástico recto en una configuración de sección transversal seleccionada; presionar la longitud de material termoplástico recto; e impartir una forma curva a la longitud de material termoplástico recto proporcionando una sección curva y pasando la longitud de material termoplástico recto a través de la sección curva.

Breve descripción de las ilustraciones

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un conjunto de proceso en la implementación del proceso para la formación de partes termoplásticas curvas.

50 La Figura 2 es una vista de extremo de un segmento de material pre-formado, que ilustra la pre-formación del segmento de material en una forma de sección transversal seleccionada.

La Figura 3 es una vista en sección transversal de un segmento de material en forma curva en forma de U.

La Figura 4 es una vista en sección transversal de un segmento de material en forma curva en forma de I.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de un segmento de material en forma curva en forma de T.

La Figura 6 es una vista en sección transversal de un segmento de material en forma curva en forma de J.

55 La Figura 7 es una vista superior, parcialmente en sección, de un segmento de material en forma curva.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de proceso de un proceso ejemplar para la formación de material compuesto termoplástico curvo.

La Figura 9 es un diagrama de flujo de una metodología de producción y servicio de aeronaves.

La Figura 10 es un diagrama de bloques de una aeronave.

60

Descripción detallada

65 Las realizaciones ilustradas proporcionan un proceso de fabricación novedoso para la formación de material laminado compuesto termoplástico curvo ("TPC"), en un proceso continuo. Las realizaciones encuentran usos aplicables en una amplia variedad de aplicaciones potenciales, incluyendo, por ejemplo, en la industria aeroespacial. El proceso divulgado puede ser ideal para la formación de miembros rígidos de material compuesto termoplástico en

el marco de apoyo de un fuselaje de aeronave. Los posibles ejemplos de miembros rígidos de material compuesto termoplástico incluyen, pero no se limitan a las capas más superficiales del fuselaje, revestimientos alares, superficies de control, paneles de puertas y paneles de acceso. Los miembros de rigidización incluyen, pero no se limitan a vigas de quillas, vigas de piso, y vigas de cubierta. Solo con fines ilustrativos, el proceso inicialmente se describe en referencia a la formación y consolidación de un segmento de material compuesto termoplástico curvo de sección en U 18 para su uso en un fuselaje de una aeronave comercial. Sin embargo, aunque se muestra una sección en U, otras geometrías del miembro rígido como sección en J, sección en I, sección en T, etc. con una curvatura a lo largo de su longitud se describirán también más adelante.

Haciendo referencia inicialmente a las Figuras 1-3 y la Figura 7 de los dibujos, un conjunto de proceso 1 que puede ser adecuado para la aplicación del proceso para formar partes de materiales compuestos termoplásticos curvas se muestra en la Figura 1. Una dirección de flujo de proceso para el conjunto de proceso 1 se designa por la flecha 5. El conjunto de proceso 1 puede tener una unidad de pre-formación 2, una prensa 3 y una sección curva 4 que pueden estar provistas en relación secuencial con respecto a la otra. Como se describirá más adelante, el conjunto de proceso 1 forma un segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que tiene una configuración de sección transversal, longitud y radio de curvatura seleccionados de una preforma de material compuesto termoplástico 9.

La unidad de pre-formar 2 del conjunto de proceso 1 puede tener un extremo de admisión 2a y un extremo de salida 2b. El extremo de admisión 2a de la unidad de pre-formación 2 se puede adaptar para recibir un suministro continuo de la preforma de material compuesto termoplástico 9 en cualquier disposición definida. La preforma de material compuesto termoplástico 9 se puede suministrar en el extremo de admisión 2a de la unidad de pre-formación 2 en la forma de material enrollado en bobinas 9a que puede estar enrollado en una o diversas bobinas 8. Como alternativa, la preforma de material compuesto termoplástico 9 se puede suministrar al extremo de admisión 2a de la unidad de pre-formación 2 en forma de material apilado 9b. La preforma de material termoplástico 9 puede incluir, por ejemplo, una o más capas o mantos de cinta unidireccional; tela tejida; o una combinación híbrida de ambos.

La unidad de pre-formación 2 puede formar la preforma de material compuesto termoplástico 9 en una configuración de sección transversal seleccionada dependiendo de la aplicación particular del segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que puede estar formado a partir del material compuesto termoplástico 9. En el ejemplo mostrado en las Figuras 1-3, la unidad de pre-formación 2 forma la preforma de material compuesto termoplástico 9 en una configuración de sección transversal en forma de U; sin embargo, se debe entender que la unidad de pre-formación 2 se puede adaptar para formar la preforma de material compuesto termoplástico 9 en una sección transversal en forma de I (Figura 4); una sección transversal en forma de T (Figura 5); una sección transversal en forma de J (Figura 6); o cualquier otra configuración de sección transversal deseada. La unidad de pre-formación 2 puede tener cualquier diseño conocido por los expertos en la materia que pueda ser adecuado para impartir la configuración de la sección transversal deseada a la preforma de material compuesto termoplástico 9.

Como se muestra en la Figura 2, el extremo de admisión 2a de la unidad de pre-formación 2 puede recibir la preforma de material termoplástico llana o plana 9. En la unidad de pre-formación 2, las regiones periféricas externas de la preforma de material termoplástico 9 se pueden empujar hacia arriba y hacia dentro, como se muestra en línea discontinua, para formar un par de paneles laterales 14 que se pueden extender en relación generalmente perpendicular con respecto al panel inferior plana 13. El panel inferior 13 y los paneles laterales de extensión 14 pueden formar un segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12 que tiene una forma de sección transversal generalmente en forma de U. El segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12 sale del extremo de salida 2b de la unidad de pre-formación 2.

La prensa 3 del conjunto de proceso 1 puede tener un extremo de admisión 3a, que se puede adaptar para recibir el segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12 del extremo de salida 2b de la unidad de pre-formación 2, y un extremo de salida 3b. La prensa 3 se puede adaptar para formar un segmento de material compuesto termoplástico prensado 16 que tiene una o múltiples capas o mantos de material (no mostrados) mediante la aplicación de calor y presión al segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12. La prensa 3 puede tener cualquier diseño conocido por los expertos en la materia que pueda ser adecuado para el prensado y consolidación de una o múltiples capas o mantos en la estructura de material compuesto del segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12.

La sección curva 4 del conjunto de proceso 1 puede tener un extremo de admisión 4a, que se puede adaptar para recibir el segmento de material compuesto termoplástico prensado 16 de la prensa 3, y un extremo de salida 4b que se puede adaptar para descargar un segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que tiene la configuración de sección transversal seleccionada de la sección curva 4. La sección curva 4 del conjunto de proceso 1 puede tener cualquier longitud y radio de curvatura deseados dependiendo de la longitud y radio de curvatura deseados, respectivamente, del segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que se va a formar. La transición de la configuración recta del segmento de material compuesto termoplástico prensado 16 a la configuración curva del segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 puede estar en la ubicación de la zona de calor apropiada en la matriz de consolidación de la máquina para facilitar el calentamiento y la curva del segmento de material compuesto termoplástico prensado 16 a medida que pasa a través de la sección curva 4.

Con referencia a continuación a las Figuras 3-6 de los dibujos, se muestran configuraciones de sección transversal alternativas del segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que se pueden formar de acuerdo con el proceso para formar el material laminado compuesto termoplástico curvo. Como se muestra en la Figura 4, el proceso se puede utilizar para formar un segmento de material compuesto termoplástico curvo 18a que tiene una configuración de sección transversal generalmente en forma de I. El segmento 18a puede incluir una porción de núcleo 19 y un par de porciones de tapón 20 que se extienden a lo largo de los bordes respectivos de la porción de núcleo 19. Como se muestra en la Figura 5, el proceso se puede utilizar para formar un segmento de material compuesto termoplástico curvo 18b que tiene una configuración de sección transversal generalmente en forma de T. El segmento 18b puede incluir una porción de núcleo 19 y una porción de tapón 20 que se extiende a lo largo de un borde de la porción de banda 19. Como se muestra en la Figura 6, el proceso se puede utilizar para formar un segmento de material compuesto termoplástico prensado 18c que tiene una configuración de sección transversal generalmente en forma de J. El segmento 18c puede incluir una porción de banda 22, una porción de base curva 23 en un borde de la porción de banda 22 y una porción de tapón 24 que se extiende a lo largo del borde opuesto de la porción de banda 22. Se debe entender que las diversas configuraciones de sección transversal para el segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que se han descrito e ilustrado anteriormente con respecto a las Figuras 3-6 son ilustrativas solamente y que los segmentos de material compuesto termoplástico curvos 18 que tienen configuraciones transversales alternativas adicionales se pueden formar de acuerdo con el proceso.

En la implementación convencional del proceso para la formación de material laminado compuesto termoplástico curvo ("TPC"), la preforma de material compuesto termoplástico 9 se puede alimentar continuamente en el extremo de admisión 2a de la unidad de pre-formación 2, ya sea en la forma de material enrollado en bobinas 9a enrollado en bobinas 8 o desde material apilado 9b, tal como se muestra en la Figura 1, en cualquier disposición definida. La unidad de pre-formación 2 pre-forma la preforma de material compuesto termoplástico 9 en un segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12 que tiene la configuración de sección transversal deseada que en el ejemplo mostrado en las Figuras 1-3 es una configuración de sección transversal generalmente en forma de U. Por consiguiente, el segmento de material compuesto termoplástico pre-formado en forma de U 12 puede tener el panel inferior generalmente plano 13 y el par de paneles laterales 14 que se extienden en relación generalmente perpendicular con respecto al panel inferior 13.

El segmento de material compuesto termoplástico pre-formado 12 sale del extremo de salida 2b de la unidad de pre-formación 2 y entra en el extremo de admisión 3a de la prensa 3. La prensa 3 puede utilizar calor y presión para presionar una o más capas o mantos (no mostrados) de material para formar el segmento de material compuesto termoplástico prensado 16. El segmento de material compuesto termoplástico prensado 16 sale del extremo de salida 3b de la prensa 3 y entra en el extremo de admisión 4a de la sección curva 4. La sección curva 4 forma una curva de longitud y curvatura seleccionadas en el segmento de material compuesto termoplástico prensado 16 para formar el segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que tiene el radio de curvatura seleccionado, como se muestra en la Figura 7. Después de que sale del extremo de salida 4b de la sección curva 4, el segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 se puede cortar a la longitud deseada. La velocidad de avance y la longitud del material compuesto termoplástico curvo 18 pueden basarse en el material, la geometría de sección transversal y el radio de curvatura para eliminar las arrugas (no mostradas) en la porción de núcleo y la porción o porciones de tapón de un segmento de material compuesto termoplástico curvo 18 que tiene la sección transversal en forma de I (Figura 4), la sección transversal en forma de T (Figura 5) o la sección transversal en forma de J (Figura 6), por ejemplo. El proceso se puede realizar utilizando un proceso de moldeo por compresión continuo automatizado.

Con referencia a continuación a la Figura 8, se muestra un diagrama de flujo del proceso 800 que ilustra un proceso ejemplar para la formación de un segmento de material compuesto termoplástico curvo 18. El proceso puede incluir proporcionar material recto desde una pila pre-apilada o bobina como se indica en el bloque 802. El material recto puede ser, por ejemplo, cinta unidireccional; tela tejida; o una combinación híbrida de cinta unidireccional y de tela tejida. Las formas de material que se utilizan en el proceso pueden ser las mismas que las que se utilizan convencionalmente para partes rectas que generan menos desperdicios y menos costes que las pilas de materiales para partes curvas convencionales. El proceso puede incluir además la pre-formación del material en una configuración de sección transversal seleccionada en el bloque 804. La configuración de sección transversal seleccionada puede ser, por ejemplo, una forma de U; una forma de I; una forma de T; una forma de J; o cualquier otra forma deseada. El proceso puede incluir además prensar el material pre-formado en el bloque 806 e impartir una forma curva al material prensado en el bloque 808. Impartir la forma curva de material prensado puede incluir hacer pasar el material prensado a través de una sección curva.

Haciendo referencia a continuación a las Figuras 9 y 10, las realizaciones de la divulgación se pueden utilizar en el contexto de un método de fabricación y servicio de aeronaves 78 como se muestra en la Figura 9 y en una aeronave 94 como se muestra en la Figura 10. Durante la preproducción, el método ejemplar 78 puede incluir la especificación y el diseño 80 de la aeronave 94 y la adquisición de materiales 82. Durante la producción, la fabricación de componentes y del subconjunto 84 y la integración del sistema 86 de la aeronave 94 se realizan. A partir de entonces, la aeronave 94 puede pasar a su certificación y entrega 88 con el fin de ponerse en servicio 90. Mientras se pone en servicio por un cliente, la aeronave 94 se puede programar para su mantenimiento y servicio rutinario 92 (que también puede incluir la modificación, reconfiguración, remodelación, y así sucesivamente).

Cada uno de los procesos del método 78 se puede realizar o ejecutar por un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operario (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una

5 línea aérea, compañía de arrendamiento, entidad militar, organización de servicio, y así sucesivamente.

Como se muestra en la Figura 10, la aeronave 94 producida por el método ejemplar 78 puede incluir un fuselaje 98 con una pluralidad de sistemas 96 y un interior 100. Ejemplos de sistemas de alto nivel 96 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 102, un sistema eléctrico 104, un sistema hidráulico 106, y un sistema ambiental 108.

10 Cualquier número de otros sistemas se puede incluir. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención se pueden aplicar a otras industrias, tal como la industria del automóvil.

El aparato realizado en la presente memoria se puede emplear durante una cualquiera o más de las etapas del método de producción y servicio 78. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 84 se pueden fabricar o manufacturar de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos

15 mientras la aeronave 94 está en servicio. También, una o más realizaciones de aparatos se pueden utilizar durante las etapas de producción 84 y 86, por ejemplo, acelerando sustancialmente el conjunto de o reduciendo el coste de una aeronave 94. Del mismo modo, se pueden utilizar una o más realizaciones del aparato mientras la aeronave 94 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para su mantenimiento y servicio 92.

20 Si bien las realizaciones de esta divulgación se han descrito con respecto a ciertas realizaciones ejemplares, se debe entender que las realizaciones específicas son con fines de ilustración y no de limitación, ya que otras variaciones se les ocurrirán a los expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para formar un material compuesto termoplástico curvo, que comprende las etapas de:

5 proporcionar (802) una longitud de material termoplástico recto;
pre-formar (804) dicha longitud de material termoplástico recto en una configuración de sección transversal
seleccionada;
10 prensar (806) dicha longitud de material termoplástico recto; e
impartir (808) una forma curva a dicha longitud de material termoplástico recto después de dicha etapa de
prensado (806), proporcionando una sección curva (4) de un conjunto de proceso (1) y pasando dicha longitud
de material termoplástico recto a través de dicha sección curva (4) del conjunto de proceso (1) después de dicha
etapa de prensado (806).

15 2. El proceso de la reivindicación 1, donde dicha configuración de sección transversal comprende una configuración
de sección transversal generalmente en forma de U, una configuración de sección transversal generalmente en
forma de I, una configuración de sección transversal generalmente en forma de T o una configuración de sección
transversal generalmente en forma de J.

20 3. El proceso de la reivindicación 1, donde dicha longitud de material termoplástico recto comprende cinta
unidireccional.

4. El proceso de la reivindicación 1, donde dicha longitud de material termoplástico recto comprende tela tejida.

25 5. El proceso de la reivindicación 1, donde dicha longitud de material termoplástico recto comprende una
combinación híbrida de cinta unidireccional y de tela tejida.

6. El proceso de la reivindicación 1 que comprende además las etapas de:

30 proporcionar un conjunto de proceso (1) que tiene secuencialmente una unidad de pre-formación (2), una prensa
(3) y dicha sección curva (4), dispuestas en relación generalmente lineal entre sí;
hacer pasar dicha longitud de material termoplástico recto a través de dicha unidad de pre-formación (2), dicha
prensa (3) y dicha sección curva (4), respectivamente;

35 donde dicha pre-formación de dicha longitud de material termoplástico recto en una configuración de sección
transversal seleccionada se realiza en dicha unidad de pre-formación (2); y
donde dicho prensado de dicha longitud de material termoplástico recto se realiza en dicha prensa (3).

40 7. El proceso de la reivindicación 6, donde dicha configuración de sección transversal comprende una configuración
de sección transversal generalmente en forma de U, una configuración de sección transversal generalmente en
forma de I, una configuración de sección transversal generalmente en forma de T o una configuración de sección
transversal generalmente en forma de J.

45 8. El proceso de la reivindicación 6, donde dicha longitud de material termoplástico recto comprende cinta
unidireccional.

9. El proceso de la reivindicación 6, donde dicha longitud de material termoplástico recto comprende tela tejida.

50 10. El proceso de la reivindicación 6, donde dicho paso de una longitud de material termoplástico recto a través de
dicha unidad de pre-formación (2), dicha prensa (3) y dicha sección curva (4), respectivamente, se realiza
continuamente.

55 11. El proceso de la reivindicación 10, donde dicha configuración de sección transversal comprende una
configuración de sección transversal generalmente en forma de U, una configuración de sección transversal
generalmente en forma de I, una configuración de sección transversal generalmente en forma de T o una
configuración de sección transversal generalmente en forma de J.

12. El proceso de la reivindicación 10, donde dicha longitud de material termoplástico recto es cinta unidireccional o
tela tejida.

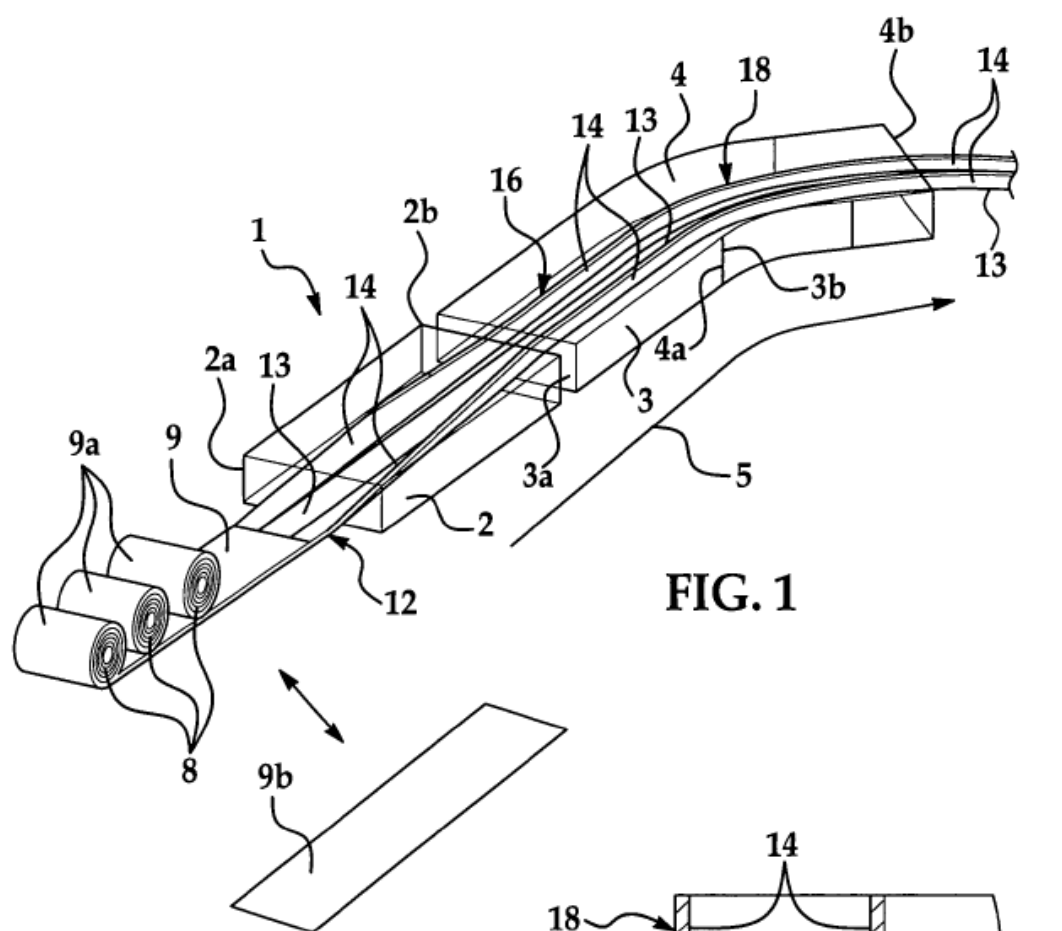


FIG. 1

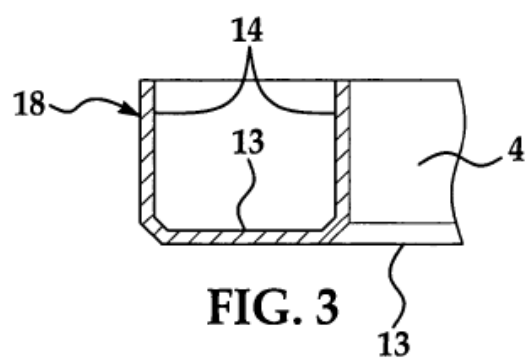


FIG. 3

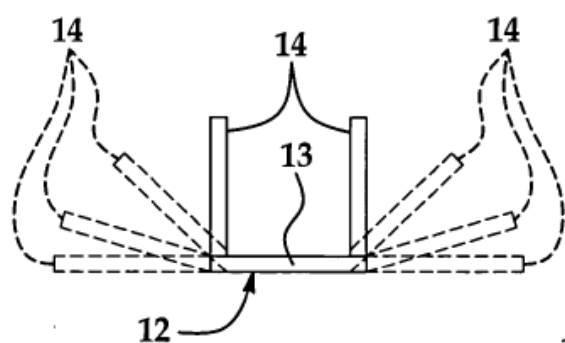


FIG. 2

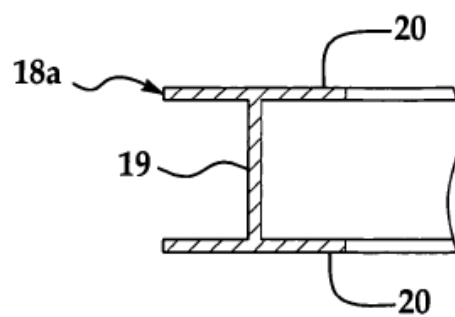


FIG. 4

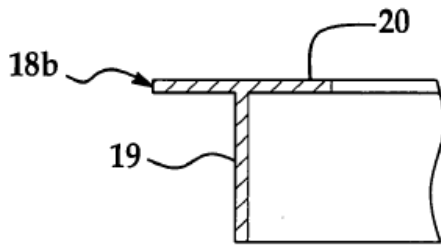


FIG. 5

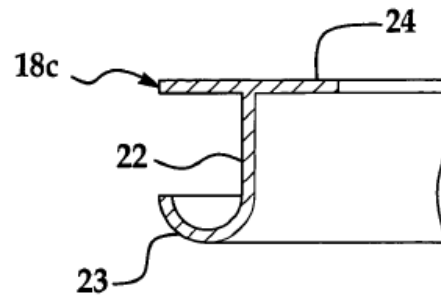


FIG. 6

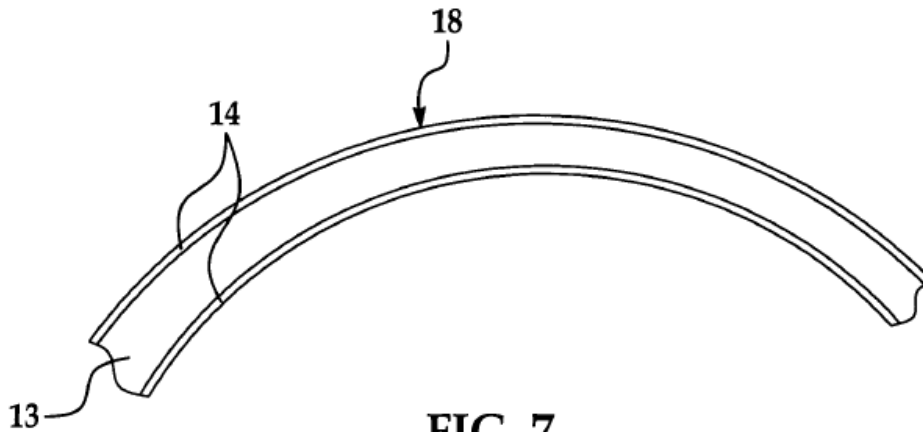


FIG. 7

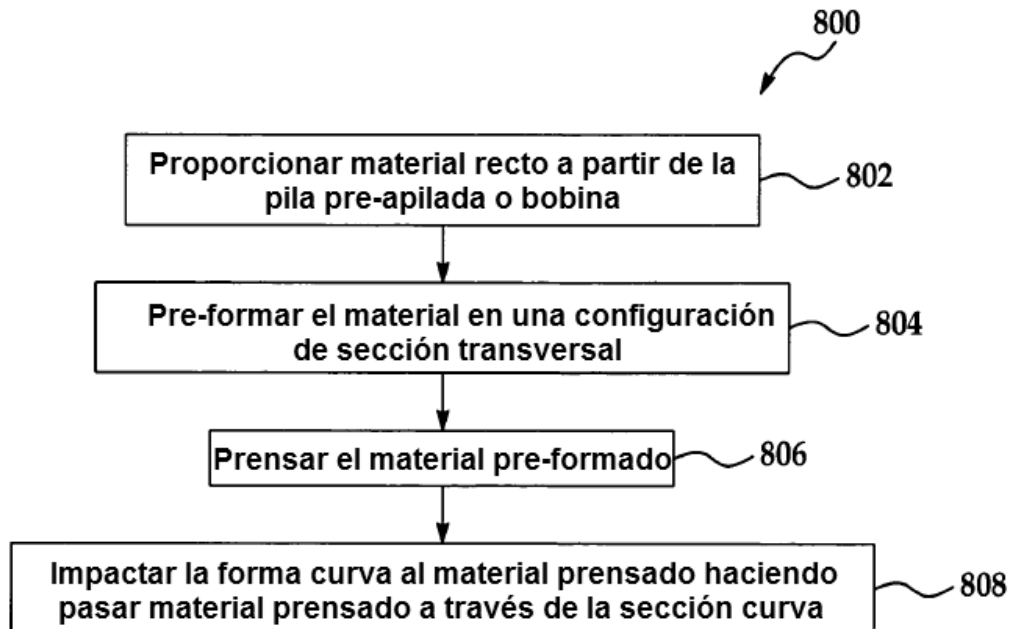


FIG. 8

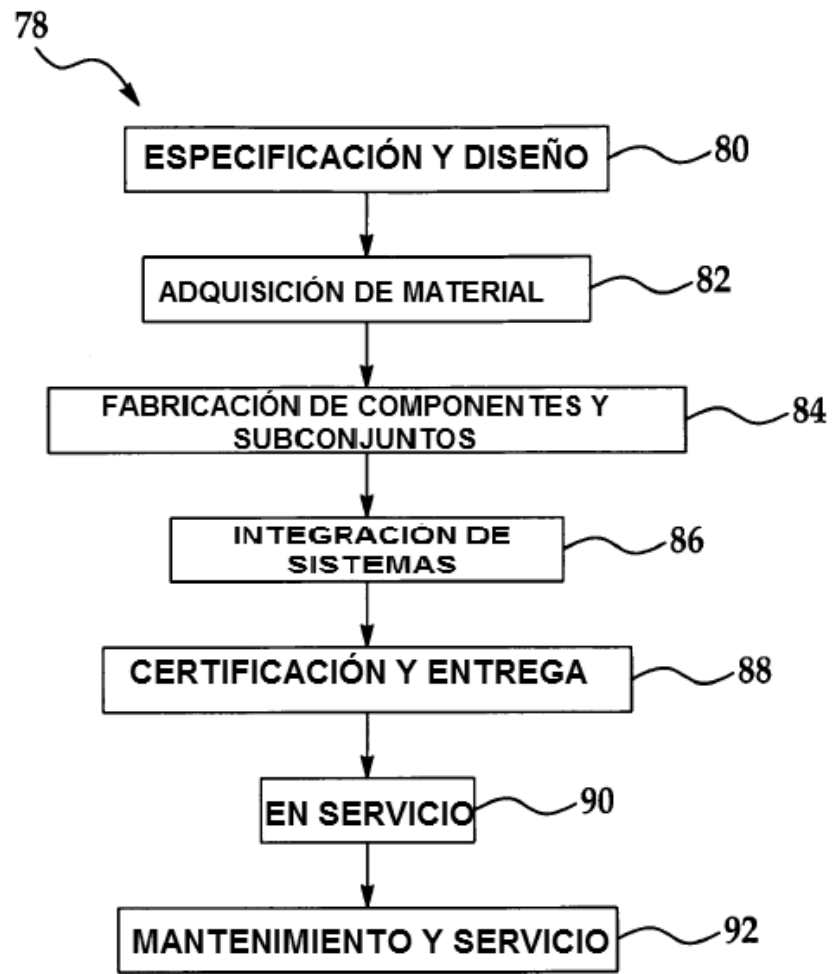


FIG. 9

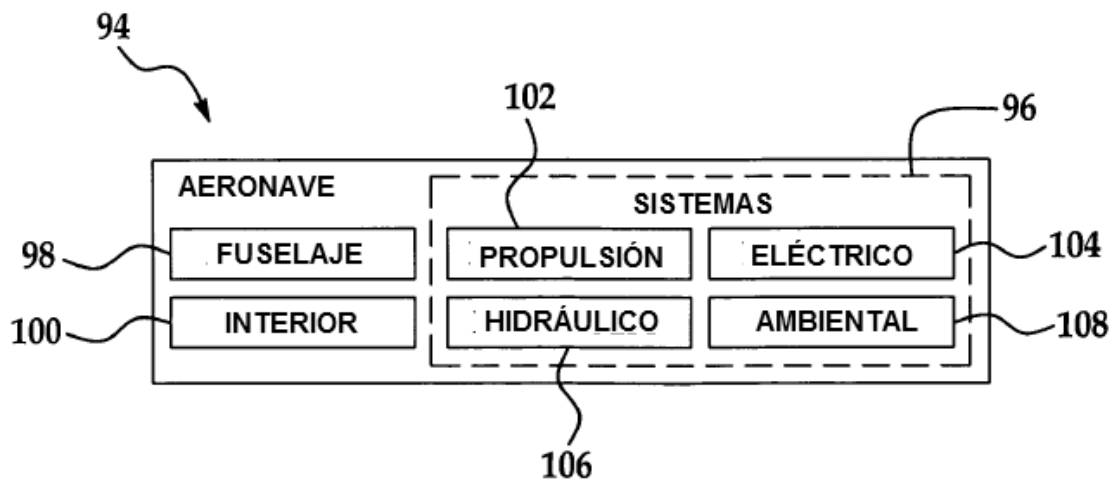


FIG. 10