

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 094**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/52** (2006.01)

**B29L 31/00** (2006.01)

**B29D 99/00** (2010.01)

**B32B 37/00** (2006.01)

**B32B 38/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2012 E 12182861 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2586600**

54 Título: **Método y aparato para producir rellenos de material compuesto**

30 Prioridad:

**27.10.2011 US 201113283065**

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

**12.06.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ANDERSON, DONALD A.;  
CHAPMAN, MICHAEL R.;  
KISCH, ROBERT A. y  
ZABALLOS, KENNETH PAUL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 672 094 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 y aparato para producir rellenos de material compuesto

Información de los antecedentes

1. Campo:

5 La presente divulgación se refiere en general a las estructuras compuestas de fabricación, y se refiere más particularmente a un método para producir rellenos utilizados para rellenar huecos en tales estructuras.

2. Antecedentes:

10 Las estructuras compuestas pueden fabricarse uniendo dos o más elementos entre sí. En algunos casos, puede haber uno o más huecos en áreas de uniones entre los elementos que pueden reducir la fuerza de las uniones. Con el fin de fortalecer las uniones, los huecos se llenan con rellenos, a veces también conocidos como rellenos radiales, filetes o fideos. El relleno puede formarse a partir de materiales compuestos tales como adhesivo, cinta impregnada previamente o tela. En algunos casos, la sección transversal del hueco puede variar en tamaño y/o forma a lo largo de su longitud como resultado de que los elementos compuestos contiguos convergen o divergen entre sí. Por ejemplo, los rellenos en capas, piezas desprendibles en capas y/o los empalmes en una piel compuesta pueden dar como resultado un hueco variable entre la piel y un refuerzo superpuesto, tal como un larguero, que se adhiere a la piel.

15 En el pasado, se fabricaron rellenos que tenían formas de sección transversal variables usando técnicas de colocación manual que implicaban laminar cinta de prepreg de fibra unidireccional, en la que la orientación de la fibra era paralela a la longitud del hueco. Esta técnica de colocación manual requirió múltiples etapas de procesamiento, requirió mucha mano de obra y mucho tiempo. Adicionalmente, los rellenos que emplean refuerzo de fibra unidireccional pueden estar sujetos a movimiento y pueden no exhibir el grado deseado de resistencia al agrietamiento.

20 El documento US 4.440.593 divulga un aparato para producir un filamento de forma arqueada que contiene artículos compuestos de plástico reforzado que tienen una forma de sección transversal no constante en toda su longitud. El aparato comprende una boquilla que tiene un canal de la boquilla con forma de sección transversal no constante. El canal de la boquilla está formado por un par de elementos primero y segundo que forman la boquilla. Uno de los elementos que forman la boquilla puede moverse en relación con el otro o ambos pueden moverse juntos a una velocidad constante para extrudir por estiramiento eficazmente un artículo compuesto de plástico reforzado.

25 El documento US 4.559.005 divulga una máquina para formar material compuesto impregnado previamente en elementos estructurales finos y estrechos. La máquina incluye un rodillo formador inferior cilíndrico y un rodillo formador superior cilíndrico, que se empuja para entrar en contacto por fricción con el rodillo formador inferior. Se forman protuberancias anulares en la periferia del rodillo de formación inferior, en el que cada protuberancia comprende una ranura que define una boquilla. La boquilla, con la superficie exterior del rodillo formador superior, se combina para formar un orificio que tiene una forma sustancialmente idéntica a la forma de la sección transversal de los elementos estructurales. Una tira de material compuesto se alimenta en un orificio seleccionado. Los rodillos formadores giratorios inferior y superior hacen que la tira de material compuesto se extraiga de su fuente de suministro y se compacte, mientras está en el orificio, en un elemento estructural.

30 El documento US 2010/0024966 divulga un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un aparato para producir perfiles sólidos a partir de una tira de fibra impregnada previamente con resina. El método incluye las etapas de: proporcionar una tira plana de fibra impregnada previamente con resina que tiene una dirección longitudinal y una dirección transversal; ondular la tira plana para formar una tira corrugada con una pluralidad de pliegues en zigzag paralelos a la dirección longitudinal; y compactar la tira corrugada en la dirección transversal con el fin de colocar en contacto y unir entre sí, las superficies de la pluralidad de pliegues para formar un perfil sólido.

35 De acuerdo con esto, existe la necesidad de un método para producir un relleno de material compuesto que tenga una sección transversal variable a lo largo de su longitud, que sea confiable y repetible, y que reduzca los costes de mano de obra mediante la automatización del proceso de fabricación. También existe la necesidad de un método como el descrito anteriormente que dé como resultado un relleno que tenga rigidez, tenacidad y/o resistencia al agrietamiento mejoradas.

Resumen

40 Las realizaciones divulgadas proporcionan un método para producir un relleno de material compuesto que tiene tenacidad y resistencia mejoradas, y que reduce el tiempo y el trabajo requeridos para producir un relleno que tenga

una sección transversal variable a lo largo de su longitud. La dureza y la resistencia mejoradas del relleno se consiguen laminando capas de fibra impregnadas previamente en las que las capas laminadas tienen orientaciones variables de la fibra. El método puede llevarse a cabo mediante un equipo automatizado que produce rellenos laminados de una longitud deseada y una forma y/o área de sección transversal variable. Se puede aplicar automáticamente un adhesivo a las superficies externas del relleno, sin necesidad de mano de obra. Los rellenos de material compuesto pueden producirse más rápidamente y con resultados más repetibles, utilizando menos etapas de procesamiento.

Se puede proporcionar un aparato para producir un relleno de material compuesto que comprende una boquilla giratoria y un dispositivo para mover una pila de tiras reforzadas a través de la boquilla. La boquilla tiene una cara de boquilla periférica adaptada para formar una pila de tiras en una forma de sección transversal deseada. La sección transversal de la boquilla varía alrededor de su periferia. El dispositivo para halar la pila de tiras a través de la boquilla comprende un dispositivo para halar. El aparato puede comprender además una pluralidad de filetas cada una adaptada para sujetar y dispensar una de las tiras, y una guía para dirigir las tiras dispensadas desde las filetas a una pila. La guía puede incluir una pluralidad de ranuras alineadas para guiar respectivamente las tiras dentro de la pila. El aparato puede comprender además un dispositivo de corte y adición para cortar las tiras dispensadas desde las filetas y agregar selectivamente tiras dispensadas a la guía. El aparato también puede comprender un conducto calentado para guiar y calentar la pila de tiras que son formadas por la boquilla. La boquilla puede ser de forma sustancialmente circular y gira alrededor de un eje central. La cara de la boquilla puede incluir al menos una primera sección circunferencial que tiene un área en sección transversal sustancialmente constante, y una segunda sección circunferencial que tiene un área en sección transversal variable. El aparato puede comprender además una cortadora para cortar un laminado de capas impregnadas previamente en una pluralidad de tiras impregnadas previamente, y un dispositivo de redireccionamiento para redirigir las tiras impregnadas previamente cortadas en forma apilada.

Se puede proporcionar un aparato para producir un relleno de material compuesto, que comprende un cortador adaptado para cortar una lámina de material compuesto de varias capas en una pluralidad de tiras una al lado de la otra, y un dispositivo de redireccionamiento para redirigir las tiras dispuestas lado a lado en una pila. El aparato comprende además una boquilla de formación para formar la pila de tiras de material compuesto en una forma de sección transversal deseada, y un dispositivo de halado para halar de la pila de manera sustancialmente continua a través de la cortadora, el dispositivo de redireccionamiento y la boquilla de formación. El dispositivo de redireccionamiento puede incluir rodillos para cambiar la orientación de las tiras impregnadas previamente de material compuesto. La boquilla de formación es giratoria e incluye una cara de boquilla sustancialmente circular que tiene una sección transversal variable alrededor de su periferia.

Se proporciona un método para fabricar un relleno de material compuesto que tiene una sección transversal que varía a lo largo de su longitud. El método comprende formar una pila de tiras de material compuesto impregnado previamente, alimentar la pila de tiras a través de al menos una boquilla, y usar la boquilla para formar la pila de tiras, que incluye variar la forma de la cara de la boquilla en contacto con la pila a medida que la pila se alimenta a través de la boquilla. La variación de la forma de la cara de la boquilla incluye la rotación de la boquilla a medida que la pila se alimenta a través de la boquilla. La formación de la pila de tiras incluye tiras de dispensación de material compuesto impregnado previamente, respectivamente, a partir de una pluralidad de filetas y alinear las tiras entre sí en una pila. El método puede comprender además formar una lámina de material compuesto de capas múltiples, alimentar la lámina de forma sustancialmente continua a través de una cortadora y al menos una boquilla de formación, y usar la cortadora para cortar la lámina en una pluralidad de tiras de material compuesto impregnadas previamente una al lado de la otra. El método comprende además alinear las tiras de material compuesto impregnado previamente en una pila a medida que las tiras de material compuesto impregnado previamente se alimentan desde la máquina cortadora hasta la boquilla de formación, y usando la boquilla para formar la pila de tiras de material compuesto en el relleno. La formación del laminado puede incluir el tendido de capas impregnadas previamente de fibras unidireccionales que tienen al menos dos orientaciones de fibra diferentes.

Según un aspecto, puede proporcionarse un aparato para producir un relleno de material compuesto, que incluye al menos una boquilla rotativa que tiene una cara de boquilla periférica adaptada para formar una pila de tiras reforzadas compuestas en una forma de sección transversal deseada, en donde la cara de la boquilla varía en forma de sección transversal alrededor de la periferia de la boquilla; y un dispositivo para mover la pila de tiras reforzadas a través de la boquilla. El aparato incluye además al menos un dispensador de adhesivo para dispensar un adhesivo, y un dispositivo para presionar el adhesivo dispensado sobre la pila formada de tiras reforzadas.

Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla incluye un dispositivo de halado para halar de la pila a través de la boquilla; y las tiras son fibras impregnadas previamente.

Ventajosamente, el aparato incluye además una pluralidad de filetas cada una adaptada para sujetar y dispensar una de las tiras reforzadas; y una guía para dirigir las tiras reforzadas dispensadas desde las filetas a una pila.

Ventajosamente, el aparato en el que la guía incluye una pluralidad de ranuras alineadas para guiar respectivamente las tiras reforzadas dentro de la pila.

Ventajosamente, el aparato comprende además un dispositivo de corte y adición para cortar las tiras reforzadas dispensadas desde las filetas y añadir selectivamente tiras reforzadas dispensadas a la guía.

- 5 Ventajosamente, el aparato en el que las tiras reforzadas son impregnadas previamente, y el aparato comprende además una pluralidad de carretes de recolección adaptados para tomar papel de respaldo respectivamente sobre las tiras impregnadas previamente a medida que las tiras impregnadas previamente se dispensan desde las filetas.

Ventajosamente, el aparato incluye además un conducto para guiar la pila de tiras reforzadas dentro de la boquilla.

Ventajosamente, el aparato en el que el conducto es un conducto calentado.

- 10 Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla es sustancialmente circular y tiene un eje central alrededor del cual gira la boquilla.

Ventajosamente, el aparato en el que la forma de la sección transversal de la cara de la boquilla tiene sustancialmente forma de V.

- 15 Ventajosamente, el aparato comprende además una superficie que forma un punto de sujeción en el que se puede alimentar la pila de tiras reforzadas y contra el cual la boquilla aprieta la pila de tiras reforzadas.

Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla es sustancialmente circular y la cara de la boquilla se extiende alrededor de al menos una parte de la circunferencia completa de la boquilla.

Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla es sustancialmente circular; y la cara de la boquilla varía en el área de la sección transversal sustancialmente de forma continua alrededor de la circunferencia de la boquilla.

- 20 Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla es sustancialmente circular; y la cara de la boquilla incluye al menos una primera sección circunferencial que tiene un área en sección transversal sustancialmente constante, y al menos una segunda sección circunferencial que tiene un área en sección transversal variable.

- 25 Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla forma una primera sección transversal de la pila de tiras reforzadas, y el aparato incluye además una segunda boquilla que tiene una cara de boquilla periférica adaptada para formar una segunda sección transversal de la pila de tiras reforzadas, en el que la cara de la boquilla de la segunda boquilla varía en la forma de la sección transversal alrededor de la periferia de la segunda boquilla.

Ventajosamente, el dispositivo para presionar el adhesivo dispensado sobre la pila formada de tiras reforzadas incluye una cara de leva con un área de sección transversal que varía alrededor de la periferia del dispositivo.

- 30 Ventajosamente, el aparato en el que el dispensador incluye un carrete adaptado para contener tiras adhesivas; y el carrete dispensa las tiras adhesivas sobre la pila formada de tiras reforzadas antes de que la leva presione el adhesivo sobre la pila formada.

Ventajosamente, el aparato incluye además una cortadora para cortar una lámina de capas impregnadas previamente en una pluralidad de tiras; y un dispositivo de redireccionamiento para redirigir las tiras impregnadas previamente cortadas a una forma apilada.

- 35 Ventajosamente, el aparato incluye además un controlador para sincronizar la rotación de la boquilla con el funcionamiento del dispositivo para mover la pila a través de la boquilla.

- 40 De acuerdo con otro aspecto, puede proporcionarse un aparato para producir un relleno de material compuesto, que incluye una cortadora adaptada para cortar una lámina de material compuesto de múltiples capas en una pluralidad de tiras una al lado de la otra; un dispositivo de redireccionamiento para redirigir las tiras dispuestas lado a lado en una pila; una boquilla de formación para formar la pila de tiras de material compuesto en una forma de sección transversal deseada; y un dispositivo de halado para halar de la lámina de material compuesto a través de la cortadora, el dispositivo de redireccionamiento y la boquilla de formación.

Ventajosamente, el aparato en el que el dispositivo de redireccionamiento incluye rodillos para cambiar la orientación de las tiras entre sí.

Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla de formación está dispuesta entre el dispositivo de halado y la cortadora.

Ventajosamente, el aparato en el que la boquilla de formación es giratoria e incluye una cara de boquilla sustancialmente circular que tiene una sección transversal variable alrededor de su periferia.

- 5 Ventajosamente, el aparato en el que el dispositivo de redireccionamiento incluye rodillos a través de los cuales se alimentan las tiras dispuestas lado a lado.

Ventajosamente, el aparato incluye además un conjunto de rodillos de compactación para compactar la pila de tiras.

Ventajosamente, el aparato en el que la cortadora incluye una pluralidad de cortadores espaciados a diferentes distancias para cortar la lámina en tiras de diferentes anchuras.

- 10 Ventajosamente, el aparato incluye además un conducto calentado en el que la pila puede alimentarse desde la cortadora y calentarse hasta una temperatura de formación.

Ventajosamente, el aparato incluye además al menos un dispensador de adhesivo para dispensar un adhesivo; y una leva para presionar el adhesivo dispensado sobre la pila formada de tiras, incluyendo la leva una cara de leva que tiene un área de sección transversal que varía alrededor de la periferia de la leva.

- 15 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar un relleno de material compuesto que tiene una sección transversal que varía a lo largo de su longitud, que incluye formar una pila de tiras de material compuesto impregnado previamente; alimentar la pila de tiras a través de la boquilla; y

- 20 usar la boquilla para formar la pila de tiras, incluyendo la variación de la forma de una cara de la boquilla en contacto con la pila de tiras a medida que la pila se alimenta a través de la boquilla. El método incluye además aplicar una tira de adhesivo a la pila formada de tiras impregnadas previamente; y comprimir el adhesivo contra la pila formada haciendo rodar una leva sobre la pila formada que tiene una sección transversal variable que coincide con la sección transversal variable de la pila formada.

Ventajosamente, el método en el que la variación de la forma de la cara de la boquilla incluye la rotación de la boquilla a medida que la pila se alimenta a través de la boquilla.

- 25 Ventajosamente, el método incluye además sincronizar la alimentación de la pila a través de la boquilla con la variación de la forma de la boquilla en contacto con la pila.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la pila de tiras incluye dispensar tiras de material compuesto impregnado previamente, respectivamente, a partir de una pluralidad de filetas; y alinear las tiras entre sí.

- 30 Ventajosamente, el método en el que la alineación de las tiras se realiza pasando las tiras a través de una guía; y la formación de las tiras incluye además compactar las tiras alineadas en una pila.

Ventajosamente, el método incluye además calentar la pila de tiras a una temperatura de formación pasando la pila a través de un conducto calentado.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la pila de tiras impregnadas previamente incluye formar una lámina de capas impregnadas previamente; y cortar la lámina en una pluralidad de tiras de diferentes anchuras.

- 35 Ventajosamente, el método en el que la formación de la pila de tiras impregnadas previamente incluye además cargar las tiras cortadas respectivamente sobre una pluralidad de filetas que dispensan las tiras desde las filetas; y alinear las tiras dispensadas.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la pila incluye ordenar las tiras a medida que se dispensan y alinean.

- 40 Ventajosamente, el método en el que alimentar la pila a través de la boquilla incluye halar de un extremo de la pila.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la pila de capas impregnadas previamente incluye el ensamblaje de una lámina de capas impregnadas previamente; y cortar la lámina en una pluralidad de tiras dispuestas lado a lado de anchuras variables moviendo la lámina a través de una cortadora.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la pila de capas impregnadas previamente incluye redirigir las tiras cortadas dispuestas lado a lado alineadas entre sí; y compactar las tiras alineadas en una pila.

Ventajosamente, el método en el que redirigir y compactar las tiras se realiza cada una al pasar las tiras a través de un conjunto de rodillos.

- 5 Ventajosamente, el método en el que el ensamblaje de la lámina incluye el tendido de capas impregnadas previamente de fibras unidireccionales, que incluye variar las orientaciones de las fibras de las capas de la lámina.

Un relleno de material compuesto producido por el método.

- 10 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un relleno de material compuesto, que incluye formar una lámina de material compuesto de múltiples capas; alimentar la lámina sustancialmente de forma continua a través de una cortadora y una boquilla de formación; usar la cortadora para cortar la lámina en una pluralidad de tiras de material compuesto impregnadas previamente una al lado de la otra; alinear las tiras de material compuesto impregnadas previamente en una pila a medida que las tiras de material compuesto impregnadas previamente se alimentan desde la máquina cortadora hasta la boquilla de formación; y usar la boquilla para formar la pila de tiras de material compuesto en el relleno.

- 15 Ventajosamente, el método en el que la formación de la lamina incluye el tendido de capas de impregnación previa de fibras unidireccionales que tienen al menos dos orientaciones de fibra diferentes.

Ventajosamente, el método en el que se alimenta continuamente la lámina halando de un extremo de la pila de tiras de material compuesto.

- 20 Ventajosamente, el método en el que la alineación de las tiras de material compuesto impregnado previamente se lleva a cabo utilizando rodillos para redirigir las tiras después de que hayan sido cortadas desde su disposición lado a lado a una condición apilada.

Ventajosamente, el método incluye además usar rodillos para compactar la pila de tiras de material compuesto antes de que la pila se alimente a través de la boquilla.

Breve descripción de los dibujos

- 25 Las características novedosas que se consideran características de las realizaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ventajosas, así como un modo de uso preferido, objetivos y ventajas adicionales de la misma, se entenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente divulgación cuando se lee junto con los dibujos adjuntos, en donde:

La FIG. 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de un relleno de material compuesto.

- 30 La FIG. 2 es una ilustración de una vista en perspectiva, en sección transversal, que muestra huecos entre un larguero y un recubrimiento que puede rellenarse con un relleno de material compuesto.

La FIG. 3 es una ilustración de una vista desde un extremo del relleno mostrado en la FIG. 1.

La FIG. 4 es una ilustración de una vista desde un extremo de un relleno que tiene una forma de sección transversal alterna.

- 35 La FIG. 4A es una ilustración de una vista en sección transversal de una porción de tres elementos estructurales de una viga en I que se unen entre sí y que tiene un hueco entre ellos relleno mediante el relleno mostrado en la FIG. 4.

La FIG. 5 es una ilustración de una vista en perspectiva de un relleno que tiene un área en sección transversal que varía a lo largo de su longitud.

- 40 La FIG. 6 es una ilustración de una vista desde un extremo tomada en una dirección designada como FIG. 6 en la FIG. 5.

La FIG. 7 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional de un aparato para producir el relleno mostrado en las Figuras 5 y 6.

La FIG. 8 es una ilustración de una vista en perspectiva en despiece ordenado de un tendido de capas que puede usarse para fabricar un relleno utilizando el aparato mostrado en la FIG. 7.

FIG. 9 es una ilustración de una vista de extremo de la disposición de capas mostrada en la Figura 8.

FIG. 10 es una ilustración de una vista de extremo que muestra el tendido de capas de la Fig. 9 que ha sido cortado en tiras individuales impregnadas previamente.

FIG. 11 es una ilustración de una vista lateral esquemática de una realización del aparato mostrado en la FIG. 7.

5 FIG. 12 es una ilustración de una vista lateral esquemática que muestra detalles adicionales del aparato mostrado en la FIG. 11.

FIG. 13 es una ilustración de una guía de tira de capas tomada en la dirección mostrada en la FIG. 13 en la FIG. 12.

FIG. 14 es una ilustración de una vista de un extremo de una pila de tiras de capas, antes de ser formado por la boquilla.

10 FIG. 15 es una ilustración de una vista de extremo de la boquilla de formación tomada en la dirección mostrada como la FIG. 15 en la FIG. 12.

FIG. 15A es una ilustración de una vista lateral tomada en la dirección mostrada como 15A en la FIG. 15.

FIG. 16 es una disposición rectilínea de la circunferencia de la boquilla mostrada en las Figuras 12 y 15, tomadas a lo largo de la línea 16-16.

15 FIG. 17 es una ilustración similar a la FIG. 12, que muestra el aparato que emplea un aplicador de adhesivo.

FIG. 18 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método para fabricar un relleno de material compuesto que tiene una sección transversal que varía a lo largo de su longitud.

FIG. 18A es una ilustración de un diagrama de flujo de un método alternativo de fabricación de un relleno de material compuesto.

20 FIG. 19 es una ilustración de un diagrama de flujo que ilustra etapas adicionales del método mostrado en la FIG. 18.

FIG. 20 es una ilustración de una vista lateral esquemática de una forma alternativa del aparato que emplea una cortadora de capas.

FIG. 21 es una ilustración de una vista en planta del aparato mostrado en la FIG. 20.

FIG. 22 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 22-22 en la FIG. 21.

25 FIG. 23 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método para fabricar un relleno de material compuesto usando el aparato mostrado en las Figuras 20 y 21.

FIG. 24 es una ilustración de un diagrama de flujo que muestra etapas adicionales del método mostrado en la FIG. 23.

30 FIG. 25 es una ilustración que muestra los pasos secuenciales realizados por el aparato mostrado en las Figuras 20 y 21.

FIG. 26 es una vista lateral de una realización alternativa del aparato que emplea un par de troqueles formadores.

FIG. 27 es una ilustración de una vista en perspectiva de un relleno producida por el aparato mostrado en la FIG. 26.

FIG. 28 es una ilustración de una vista de extremo de las matrices de formación mostradas en la Figura 26.

FIG. 29 es una ilustración de un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio.

35 FIG. 30 es una ilustración de un diagrama de bloques de un avión.

Descripción detallada

En primer lugar, haciendo referencia a las Figuras 1-3, las realizaciones divulgadas se refieren a un método y a un aparato para producir un relleno de material compuesto 30 adecuado para rellenar huecos 34 entre elementos compuestos, tales como, sin limitación, un larguero 36 unido a un recubrimiento 38. El larguero 36 incluye una sección de sombrero 40 unido a un par de pestañas 42 por una sección 43 de radio que da lugar a huecos 34 que son generalmente triangulares en forma de sección transversal a lo largo de la longitud del larguero 36. En algunas aplicaciones, la sección transversal de los huecos 34 puede variar a lo largo del espacio 34, ya sea en su área o en su forma, o en ambos. Esta variación puede ser causada, por ejemplo y sin limitación, por caídas de capas, almohadillas o ondulaciones (no mostradas) en el recubrimiento 38, y/o curvaturas en el larguero 36 o el recubrimiento 38. El larguero 36 y el recubrimiento 38 son meramente ilustrativos de una amplia gama de elementos estructurales unidos que tienen espacios variables 34 que pueden requerir un relleno 30 para mejorar el rendimiento estructural.

Con referencia a la Figura 3, el relleno 30 puede comprender una pluralidad de capas estratificadas 44 de impregnación previa de fibra unidireccional. Como se analizará más adelante a continuación con más detalle, las orientaciones de las capas 44 de fibras pueden ser iguales o diferentes, de acuerdo con un programa predeterminado de capas adecuado para la aplicación. En el ejemplo ilustrado, el relleno 30 tiene una forma 32 generalmente en sección transversal triangular formada por tres lados 46. Son posibles otras formas 32 de sección transversal. Por ejemplo, la Figura 4 ilustra un relleno 30 que tiene un lado 46 sustancialmente plano y dos lados 46a redondeados. La carga 30 mostrada en la Figura 4 puede ser adecuado para usar en llenar un espacio 34 entre un par de elementos estructurales en forma de L o U espalda a espalda 35, y una tapa 37 que están unidas entre sí para formar una viga en I (solo se muestra parcialmente en la Figura 4A). Las formas en sección transversal de los rellenos 30 mostrados en las Figuras 1 y 4 son meramente ilustrativos de una amplia gama de formas de sección transversal que son posibles. Por ejemplo, y sin limitación, la forma de la sección transversal del relleno 30 puede tener cualquier número de lados rectos, curvas o una combinación de curvas y lados rectos que pueden variar en área o geometría a lo largo de la longitud del relleno 30, y que pueden corresponder al perfil de sección transversal cambiante del espacio 34 a lo largo de su longitud. Una carga 30 que tiene una forma de sección transversal formada por lados rectos en un extremo del relleno 30 puede hacer una transición lineal o no lineal en una forma de sección transversal que tiene una o más curvas en cualquier punto a lo largo del relleno 30.

Con referencia ahora a las Figuras 5 y 6, como se discutió anteriormente, en algunas aplicaciones la sección transversal del relleno 30 puede variar a lo largo de su longitud. Por ejemplo, la forma de sección transversal 32 y/o el área de sección transversal 58 del relleno 30 pueden variar continuamente o a lo largo de solo porciones de la longitud del relleno 30. En el ejemplo mostrado en las Figuras 5 y 6, la forma transversal 32 sigue siendo la misma, es decir, permanece triangular, en toda la longitud del relleno, sin embargo, la altura H y la anchura W1, y por lo tanto el área de la sección transversal varía. Por ejemplo, el área de sección transversal 58 en un extremo 48 aumenta constantemente en 54 a una sección intermedia 52 donde el área de sección transversal 58 permanece sustancialmente constante, pero luego disminuye de forma constante en 56 al otro extremo 50. El área de sección transversal 58 del relleno 30 es máxima y permanece sustancialmente constante en toda la sección intermedia 52, pero varía linealmente en todas las secciones 54 y 56. Como se estableció anteriormente, el área de sección transversal 58 puede variar a cualquier velocidad de aumento o disminución, o permanecer constante en cualquier sección a lo largo de longitud del relleno 30.

Con referencia ahora a la Figura 7, el aparato generalmente indicado en 55 para producir un relleno de material compuesto 30 comprende ampliamente una fuente 60 de tiras reforzadas con fibra pretensadas 84, en lo sucesivo referidas a tiras de capas o tiras reforzadas 84 son arrastradas a través de un cabezal de suministro 62 por un dispositivo 64 de halado. El cabezal de suministro 62 incluye una guía de tira de capas 66 que dirige las tiras 84 en capas a través de las cabezas cortadas/agregadas 68 a una pila ordenada de capas 92. Al menos una boquilla 70 de formación se emplea para formar la pila de tiras de capas 92 en un relleno 30 que tiene la cruz deseada forma y/o tamaño seccional a lo largo de su longitud. En algunas realizaciones, la pila 92 de tira de capas puede dirigirse mediante la guía 66 a través de más de una boquilla de formación 70. Las cabezas cortadas/añadidas 68 son operadas por señales de control emitidas por el controlador 72 (Figura 7) y pueden comprender dispositivos similares a los descritos en la patente estadounidense número 4.699.683, expedida el 13 de octubre de 1987, patente estadounidense número 7.213.629 expedida el 8 de mayo de 2007 y publicación de patente estadounidense número 20070029030 A1 publicada el 8 de febrero de 2007, cuyos contenidos completos se incorporan aquí por referencia. En una realización, la fuente de tira de capas 60 puede comprender un tendido de capas compuesto 74 (Figura 9) que se corta en tiras de capas individuales 84 (Figura 10) antes o después de entrar en el cabezal de suministro 62. La bandeja preparada 74 puede cortarse en las tiras 84 en capas usando cualquier dispositivo de corte adecuado, tal como, por ejemplo y sin limitación, un cortador Gerber. La fuente de tira de capas 60 junto con las cabezas de corte/agregado 68, formando la boquilla 70 y el dispositivo 64 de halado pueden ser operadas por un controlador 72 que puede comprender una PC o un PLC (controlador lógico programable) que emite señales de control en las líneas 73.

Con referencia ahora a las Figuras 8, 9 y 10, como se mencionó anteriormente, el relleno 30 puede formarse a partir de una lámina 74 en capas que comprende una pluralidad de capas 76 de fibra unidireccional impregnada previamente que se ensamblan capa por capa, de acuerdo con un programa de suministro predeterminado (no

mostrado), utilizando técnicas de colocación manual o una máquina AFP (colocación automática de fibra) (no se muestra). La orientación de las fibras de las capas 76 puede variar de capa a capa. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 8, las capas 76 pueden tener una orientación 78 de fibra de 0 grados, una orientación 80 de fibra de 45 grados, o una orientación 82 de fibra de 90 grados, así como otras orientaciones dentro de una lámina 74 particular. La lámina en capas puede incluir capas que tienen al menos dos tipos para fibras de refuerzo de fibras, tales como fibras de vidrio y fibras de carbono, para fabricar rellenos 30 conocidos como "rellenos híbridos". Otros refuerzos de fibra son posibles. Después del montaje, la lámina 74 en capas (Figura 9) se corta en una pluralidad de tiras 84 de capas como se muestra en la FIG. 10, cada una comprendiendo una o más capas 76 individuales de las mismas o diferentes orientaciones de fibra. Las tiras 84 en capas pueden variar en anchura  $W_2$ , dependiendo de la forma de la sección transversal del relleno 30 que se está fabricando.

La atención se dirige ahora a la FIG. 11, que ilustra ampliamente los componentes de una realización del aparato 55. En este ejemplo, la fuente 60 de tiras en capas comprende una pluralidad de filetas 86 enrolladas respectivamente con tiras 84 en capas que pueden ser de diferentes anchuras  $W_2$  (Figura 10). Se proporciona un conjunto de carretes 88 de recolección para recoger el papel 85 de soporte que se retira de las tiras 84 en capas a medida que se dispensan desde las filetas 86. Las tiras 84 en capas dispensadas desde las filetas 86 se alinean entre sí y se alimentan como un grupo 90 a un cabezal de suministro 62 donde las tiras 84 en capas son guiadas a un apilamiento 92 (Figura 14) que se calienta a una temperatura de formación y se forma mediante al menos una boquilla 70 en la forma de sección transversal final del relleno 30. Como se mencionó anteriormente, en algunas realizaciones, la pila 92 puede formarse en la forma de sección transversal final utilizando más de una de las boquillas 70. La pila 92 se mueve a través del cabezal 62 de suministro mediante un dispositivo 64 de halado motorizado adecuado que tira del relleno 30 formado en la dirección mostrada por la flecha 65 sobre una boquilla 94 inferior plana, haciendo que las tiras 84 en capas sean extraídas de las filetas 86. El funcionamiento del dispositivo 64 de halado se controla mediante el controlador 72 mostrado en la FIG. 7. El proceso de halado de la pila 92 a través del cabezal de suministro y halar las tiras 84 en capas desde las filetas 86 se lleva a cabo de forma sustancialmente continua y automática hasta que se completa la longitud deseada del relleno 30. En algunas realizaciones, el funcionamiento de las filetas 86 puede controlarse mediante señales de control desde el controlador 72 mostrado en la FIG. 7.

La FIG. 12 ilustra detalles adicionales del aparato 55 mostrado en la FIG. 11. Las tiras 84 en capas dispensadas desde las filetas 86 pasan, respectivamente, a través de cabezas 68 de corte/adición que cortan y añaden tiras 84 en capas según se requiera, de las longitudes necesarias para producir un relleno 30 de una longitud deseada. Las tiras 84 en capas pasan, como un grupo 90, a través de una guía 66 mostrada en las Figuras 12 y 13 que incluye una pluralidad de ranuras 100 alineadas. Las ranuras 100 alinean las tiras 84 en capas y las guían dentro de un conducto 96 inclinado que puede calentarse mediante cualquier medio adecuado en 98. El conducto 96 inclinado canaliza las tiras 84 en capas alineadas en una pila 92 ordenada mostrada en la FIG. 14, que tiene una sección transversal que aproxima en forma aproximada la forma de sección transversal y el área del relleno 30 completado. El conducto 96 también calienta el apilamiento 92 a una temperatura de formación y guía el apilamiento 92 hasta un punto de sujeción 97 entre la boquilla 70 de formación y la boquilla 94 inferior plana, halado por la fuerza aplicada al apilamiento 92 por el dispositivo 64 de halado (Figura 11) cuando el dispositivo 64 de halado hala del relleno 30 completado en la dirección mostrada por la flecha 65. La boquilla 94 inferior puede o no formar una extensión del conducto 96 calentado. La boquilla 70 puede ser accionada para girar mediante un motor (no mostrado) operado por el controlador 72 mostrado en la FIG. 7 que sincroniza la rotación de la boquilla 70 con la velocidad del dispositivo 64 de halado. Como se indicó anteriormente, se puede emplear más de una boquilla 70 en serie para formar la pila 92 en la forma de sección transversal deseada.

Con referencia ahora a las Figuras 12, 15, 15A y 16, la boquilla de formación 70 es generalmente circular alrededor de un eje central de rotación 95. La boquilla 70 incluye una cavidad 104 de boquilla cóncava (Figura 15) formada por una cara 102 de boquilla periférica. En el ejemplo ilustrado, la cavidad 104 de boquilla es generalmente triangular en forma de sección transversal, y tiene una profundidad  $D_1$  y una anchura  $W_3$  que varían alrededor de la circunferencia de la boquilla 70. Por lo tanto, la sección transversal de la cara 102 de la boquilla en contacto con la pila 92 de tiras 84 en capa puede variar a medida que la boquilla 70 gira y la pila 92 se mueve a través de la boquilla 70. La FIG. 16 ilustra esquemáticamente el perfil de sección transversal variable de la cavidad 104 de la boquilla, representado por el cambio en la profundidad  $D_1$  alrededor de la circunferencia de la boquilla 70. La profundidad  $D_1$  aumenta de forma constante desde una profundidad  $D_1$  en 106 hasta una profundidad  $D_2$  en 108 y luego disminuye a  $D_1$  en 110. Como es evidente a partir de la FIG. 16, el perfil de la sección transversal de la cavidad 104 de la boquilla corresponde sustancialmente a la forma de la sección transversal del relleno 30 mostrado en las Figuras 5 y 6. La cavidad 104 de la boquilla puede tener cualquiera de una variedad de otras formas de sección transversal que varían alrededor de la circunferencia de la boquilla 70, dependiendo de la geometría del relleno 30 que se está fabricando. Como se mencionó anteriormente, el controlador 72 (Figura 7) controla la posición rotacional de la boquilla 70 y sincroniza la posición rotacional de la boquilla con la velocidad a la que el dispositivo de halado (Figuras 7 y 10) hala el relleno 30 a través de la boquilla 70 con el fin de variar la cara 102 de la boquilla en contacto con la pila 92 de capas a medida que la pila de capas pasa al punto de sujeción 97. Se aplica un adhesivo a las superficies externas del relleno 30 que ayuda a unir el relleno 30 a los elementos estructurales circundantes que forman el hueco 34 mostrado en la Fig. 2, tal como el larguero 36 y el recubrimiento 38. Se aplica adhesivo al relleno 30 usando el aparato 55a

mostrado en la FIG. 17 que incluye un dispensador de adhesivo. Las tiras 112 de película adhesiva se dispensan desde un par de carretes 114 y se aplican a los lados 46 exteriores (Figura 3) del relleno 30 usando una leva 116 giratoria. La leva 116 tiene una cara de leva de sección transversal variable que coincide sustancialmente con la del relleno 30 formado y funciona, junto con una boquilla 94 inferior plana, para presionar las tiras 112 de película adhesiva sobre los lados 46 del relleno 30 a media que el relleno 30 y las tiras 12 de película pasan entre la leva 116 y la boquilla 94 inferior plana.

La Figura 18 ilustra las etapas generales de un método para producir el relleno 30 usando el aparato 55 descrito anteriormente. Comenzando en la etapa 118, se forma una pila 92 de tiras 84 en capas impregnadas previamente, y en 120, la pila 92 de tiras 84 en capas se alimenta a través de una o más boquillas 70 de formación. En 124, la boquilla 70 de formación se usa para formar la pila 92 de tiras 84 en capas, que incluye variar la forma de la cara 102 de la boquilla a medida que la pila 92 se alimenta a través de la boquilla 70.

La Figura 18A ilustra ampliamente las etapas de un método alternativo de producción del relleno 30 usando el aparato 55. Comenzando en la etapa 125, se ensambla una lámina 74 multicapa de fibra impregnada previamente, en la que las capas pueden tener diferentes orientaciones de fibra determinadas por un plan de capa predeterminado. En 127, la lámina 74 se corta en una tira 84 de capas individuales que tiene anchuras variables que están relacionadas con la forma de la sección transversal del relleno 30 particular que se está fabricando. En la etapa 129, las tiras de capas cortadas están dispuestas en una pila 92 ordenada según sus anchuras, de modo que la pila 92 puede tener una forma de sección transversal que se aproxima a la forma de la sección transversal final del relleno 30 (véase la Figura 14). La pila 92 ordenada de tiras 84 en capas se alimenta a una o más boquillas 70 de formación en la etapa 131, y en 133, las boquillas 70 de formación se usan para formar la pila 92 en un relleno 30 que tiene la forma de sección transversal deseada, que puede variar a lo largo de la longitud del relleno 30.

La FIG. 19 ilustra etapas adicionales de una implementación práctica del método mostrado en la Figura 18. En 126, la geometría del relleno 30 se define digitalmente y se seleccionan los materiales a partir de los cuales se fabrica el relleno 30. En la etapa 128, se desarrolla un programa para producir el relleno 30 y en 130 el programa se procesa posteriormente. En la etapa 132, el programa se carga en el aparato 55, que incluye programar el controlador 72. En la etapa 134, se preparan los materiales a partir de los cuales se forma el relleno 30, que incluye ensamblar una lámina 74 en capas. En 136, la lámina 74 en capas se corta en tiras 84 en múltiples capas de los anchos deseados. En 138, las tiras 84 en capas se cargan respectivamente en las filetas 86, y en 140, las tiras 84 en capas se alimentan a través del cabezal 62 de suministro del aparato 55. En 142, los extremos de las tiras 84 en capas se unen al dispositivo 64 de halado y en 144 los calentadores se encienden para calentar el conducto 96. En 146, el controlador 72 ejecuta el programa parcial para formar el relleno 30, y en 146 el relleno 30 puede recortarse hasta la longitud final, según se requiera. Finalmente, en 150, el relleno 30 puede congelarse para uso futuro o, alternativamente, transferirse directamente a un conjunto de lámina de material compuesto (no mostrada) para usar en el relleno de un hueco.

La atención se dirige ahora a las Figuras 20 y 21 que ilustra otra realización del aparato 55b. En esta realización, una lámina 74 ensamblada de múltiples capas es alimentada en la dirección 152 a una máquina 154 cortadora/laminadora que incluye una o más boquillas 70 de formación que pueden ser similares a las descritas previamente. La lámina 74 puede incluir una o más capas de impregnación previa de fibra unidireccional de la misma o diferente orientación de fibras, y puede incluir una o más capas de un adhesivo. Se usa un dispositivo 64 de halado para halar de la lámina 74 a través de la máquina 154. La máquina 154, así como el dispositivo 64 de halado son operados por un controlador 72 adecuado.

Con referencia ahora en particular a las Figuras 21 y 22, la máquina 154 comprende ampliamente un par de rodillos 156 de compresión, una cortadora 158, rodillos 162, 164 de redireccionamiento, rodillos 166 de compactación y boquilla 70 de formación. Una lámina 74 ensamblada (previamente en capas) es alimentada a los rodillos 156 de presión que halan de la lámina 74 dentro de la cortadora 158. La cortadora 158 comprende una pluralidad de cuchillas 160 de corte separadas que están separadas entre sí a diferentes distancias y cortan la lámina 74 en una pluralidad de tiras 84 individuales una al lado de la otra de anchuras variables, preseleccionadas, comprendiendo cada una de ellas una o más capas compuestas. Los rodillos 162, 164 de redireccionamiento funcionan para hacer girar las tiras 84 dispuestas lado a lado noventa grados, redireccionando las tiras 84 alineándolas entre sí y en una pila 92 que es compactada por rodillos 166 y alimentada a través de una o más boquillas 70 de formación (solo se ilustra una en la Figura 21). La boquilla 70 de formación puede ser similar a la boquilla 70 de formación giratoria descrita previamente que tiene una cavidad 104 de boquilla periférica (Figura 15) que puede o no variar en forma y/o área alrededor de la circunferencia de la boquilla 70. En otras realizaciones, la boquilla 70 puede comprender uno o más tipos adecuados de boquillas de extrusión estacionarias, en lugar de una boquilla 70 de formación giratoria del tipo mostrado en las Figuras 12, 15 y 15A.

La Figura 23 ilustra las etapas generales de un método para producir un relleno utilizando el aparato 55b que se muestra en las Figuras 20-22. Comenzando en la etapa 168, se ensambla una lámina 74 de material compuesto de múltiples capas, y en 170, la lámina 74 se alimenta sustancialmente de forma continua a través de una cortadora 158 y una boquilla 70 de formación. En 172, la cortadora 158 se usa para cortar la lámina 74 en una pluralidad de

tiras 84 de capas una al lado de la otra. En 174, las tiras 84 en capas están alineadas en una pila 92 a medida que las tiras 84 están siendo alimentadas desde la cortadora 158 a la boquilla 70. En 176, la boquilla 70 se usa para formar la pila 92 de tiras 84 en capas en un relleno 30 de la forma y área de sección transversal deseada.

La Figura 24 ilustra detalles adicionales del método mostrado en la FIG. 23. En 178, la geometría del relleno 30 se define digitalmente y se seleccionan los materiales utilizados para producir el relleno 30. En 180 se genera un programa para controlar la máquina 154, y en 182 el programa se carga en el controlador 72 de la máquina. En 184, se ensambla una lámina 74 y se coloca sobre una capa de cinta plana. En 186, la lámina 74 se alimenta a la cortadora 158 y en 188 la pila 92 de capas cortadas se une al dispositivo 64 de halado. En 190, los calentadores, si se usan en la máquina 154 para precalentar la lámina 74, se precalientan. En 192, se ejecuta el programa que controla el funcionamiento de la máquina 154 para producir el relleno 30. En 194, el relleno 30 se recorta a la longitud y en 196, el relleno 30 se puede congelar para un uso futuro o transferir directamente a un ensamblaje de lámina de material compuesto para usar en rellenar un espacio.

La Figura 25 ilustra las operaciones secuenciales realizadas por la máquina 154. A partir de 198, la lámina ensamblada en capas entra en la máquina 154. Los rodillos 156 de presión halan de la lámina 74 dentro de la máquina 154 y en 222, la cortadora 158 corta la lámina 74 en tiras 84 de múltiples capas del ancho deseado. En 224, los rodillos 162 de redireccionamiento hacen girar las tiras 84 noventa grados, y en 226 los rodillos 164 de redireccionamiento juntan las tiras 84 en una pila 92. En 228, los rodillos 166 de compactación compactan la pila 92. En 230, una boquilla 70, que puede ser estacionaria o móvil como se describió previamente, da forma a la pila 92 en la forma de relleno deseada. El relleno sale de la máquina a 232.

Las Figuras 26 y 28 ilustran todavía otra realización del aparato 55c que puede emplearse para producir un relleno 30a del tipo mostrado en la Figura 27. En este ejemplo, el relleno 30a incluye porciones superior e inferior 236, 238 que tienen formas de sección transversal diferentes que varían en área o geometría a lo largo de sus respectivas longitudes. Se usa un par de boquillas 70a, 70b giratorias para formar las porciones 236, 238 superior e inferior respectivamente del relleno 30a. Un dispositivo de halado, tal como el dispositivo 64 de halado mostrado en las Figuras 11, 20 y 21, hala de la pila 92 de capas dentro de un punto de sujeción 99 entre las boquillas 70a, 70b. Como se observa mejor en la Figura 28, la boquilla 70a superior tiene una cavidad 104 de boquilla que tiene una forma generalmente triangular que varía en el área alrededor de la circunferencia de la boquilla 70a. El troquel 70b tiene una cavidad 104a de boquilla generalmente semicircular que también varía en el área de la sección transversal alrededor de la circunferencia de la boquilla 70b. Las formas de sección transversal de las boquillas 70a, 70b mostradas en la FIG. 28 son meramente ilustrativas de una amplia gama de geometrías en sección transversal que son posibles, que incluyen, pero no se limitan a, las descritas anteriormente con referencia a la boquilla 70 mostrada en las Figuras 12 y 15.

Las realizaciones de la divulgación pueden encontrar uso en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, que incluyen, por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, marinas, automotrices y otras aplicaciones en las que se puede usar un equipo de disposición automatizado. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las Figuras 29 y 30, las realizaciones de la divulgación pueden usarse en el contexto de un método 240 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la Figura 29 y una aeronave 242 como se muestra en la Figura 30. Las aplicaciones aeronáuticas de las realizaciones descritas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, láminas de elementos reforzadores tales como, sin limitación, vigas, mástiles y largueros, por nombrar solo algunos. Durante la producción previa, el método 240 de ejemplo puede incluir la especificación y el diseño 244 de la aeronave 242 y la adquisición 246 del material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 248 del componente y subconjunto y la integración 250 del sistema de la aeronave 242. A continuación, la aeronave 242 puede pasar por la certificación y el envío 252 para ser colocada en servicio 254. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 242 está programada para el mantenimiento de rutina y el servicio 256, que también puede incluir modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, etc.

Cada uno de los procesos del método 240 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador del sistema, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador del sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, entre otros, cualquier cantidad de proveedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

Como se muestra en la Figura 30, la aeronave 242 producida por el método 240 de ejemplo puede incluir un fuselaje 258 con una pluralidad de sistemas 260 y un interior 262. Ejemplos de sistemas 260 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 264 de propulsión, un sistema 266 eléctrico, un sistema 268 hidráulico, y un sistema 270 ambiental. Se puede incluir cualquier cantidad de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como las industrias marítima y automotriz.

Los sistemas y métodos incorporados aquí se pueden emplear durante una cualquiera o más de las etapas del método 240 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes para el

- 5 proceso 248 de producción pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 242 está en servicio. Además, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas se pueden utilizar durante las etapas 248 y 250 de producción, por ejemplo, agilizando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el costo de una aeronave 242. De manera similar, una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones del método, o una combinación de las mismas se pueden utilizar mientras la aeronave 242 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y el servicio 256.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar un relleno (30) de material compuesto que tiene una sección transversal que varía a lo largo de su longitud, que comprende:

formar (118) una pila (92) de tiras de material compuesto impregnado previamente;

5 alimentar (120) la pila (92) de tiras (84) a través de una boquilla (70); y

usar (124) la boquilla (70) para formar la pila (92) de tiras (84), incluyendo variar la forma de una cara de boquilla (102) en contacto con la pila (92) de tiras (84) a medida que la pila (92) se alimenta a través de la boquilla (70);

caracterizado porque

el método además comprende:

10 aplicar una tira de adhesivo a la pila (92) formada de tiras (84) impregnadas previamente; y

comprimir el adhesivo contra la pila (92) formada haciendo rodar una leva sobre la pila (92) formada que tiene una sección transversal variable que coincide con la sección transversal variable de la pila (92) formada.

2. El método de la reivindicación 1, que además comprende:

15 sincronizar la alimentación de la pila (92) a través de la boquilla (70) con la variación de la forma de la boquilla (70) en contacto con la pila (92).

3. El método de la reivindicación 1, en el que la formación de la pila (92) de tiras (84) incluye:

tiras (84) dispensadoras de material compuesto impregnado previamente, respectivamente, a partir de una pluralidad de filetas (86); y

alinear las tiras (84) entre sí.

20 4. El método de la reivindicación 3, en el que:

la alineación de las tiras (84) se realiza pasando las tiras (84) a través de una guía (66); y

formar las tiras (84) incluye además compactar las tiras (84) alineadas en una pila (92).

5. El método de la reivindicación 1, en el que la formación de la pila de capas (84) impregnadas previamente incluye:

ensamblar una lámina (74) de capas (84) impregnadas previamente; y

25 cortar la lámina (74) en una pluralidad de tiras dispuestas lado a lado de anchuras variables moviendo la lámina (74) a través de una cortadora (154).

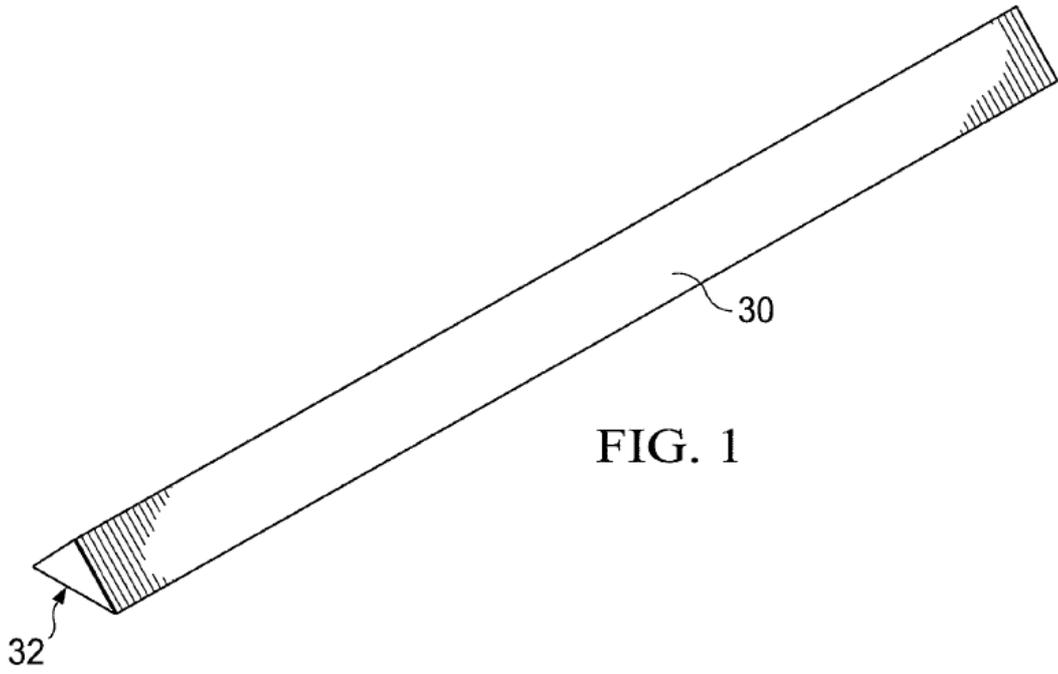


FIG. 1

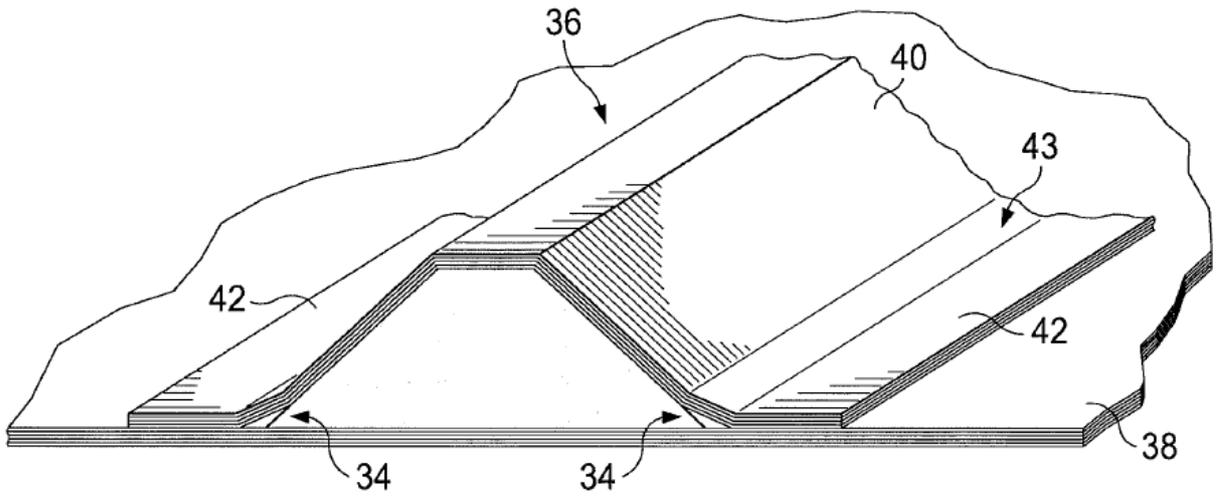


FIG. 2

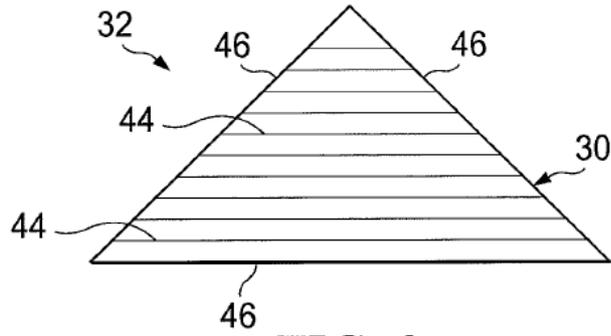


FIG. 3

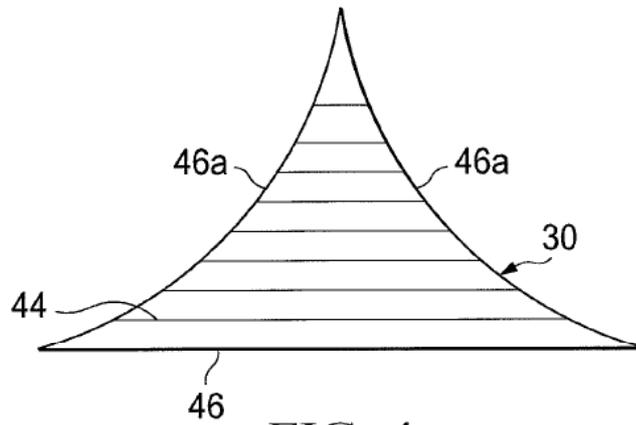


FIG. 4

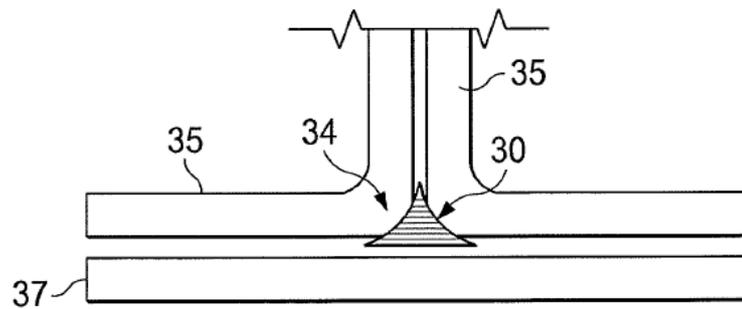


FIG. 4A

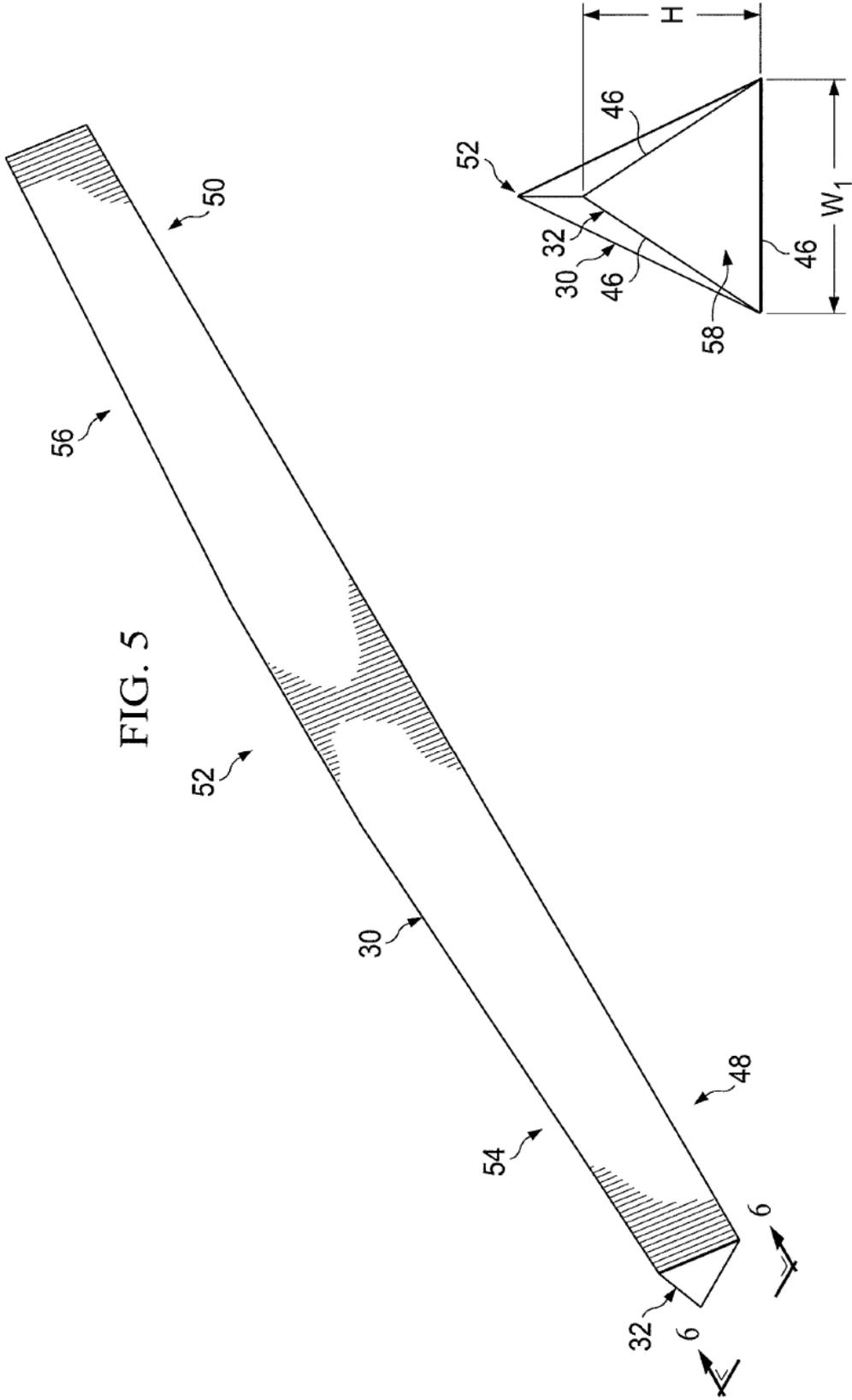


FIG. 5

FIG. 6

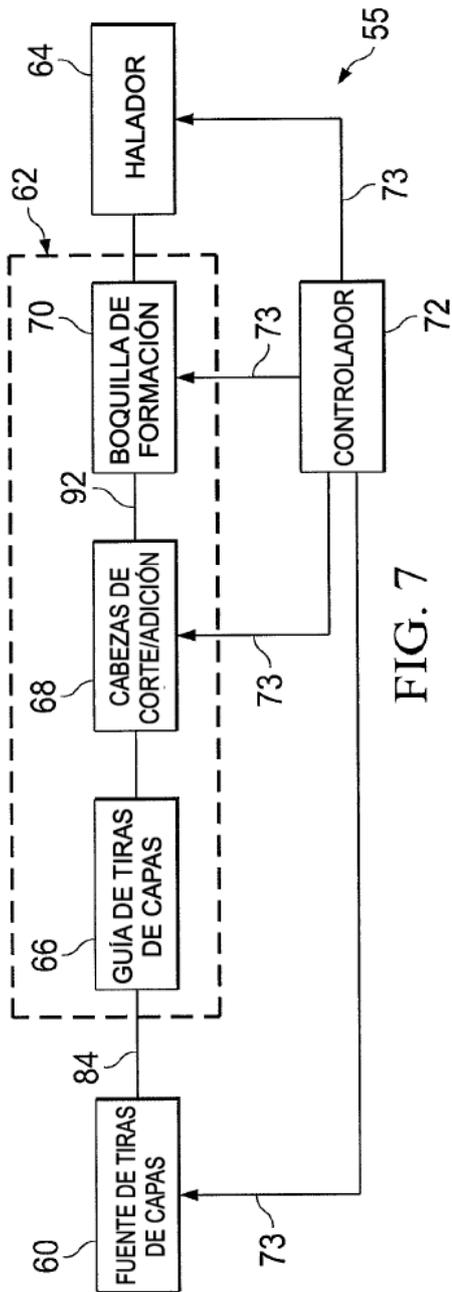


FIG. 7

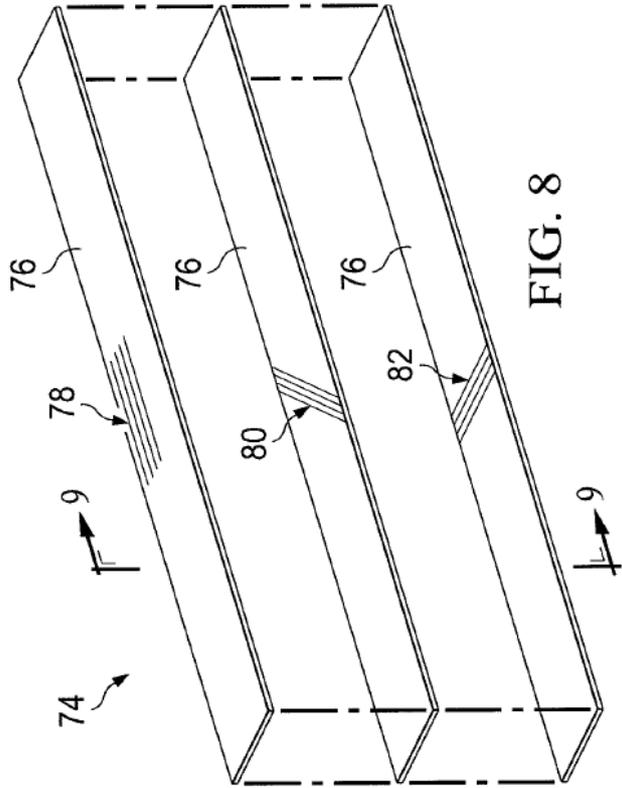


FIG. 8

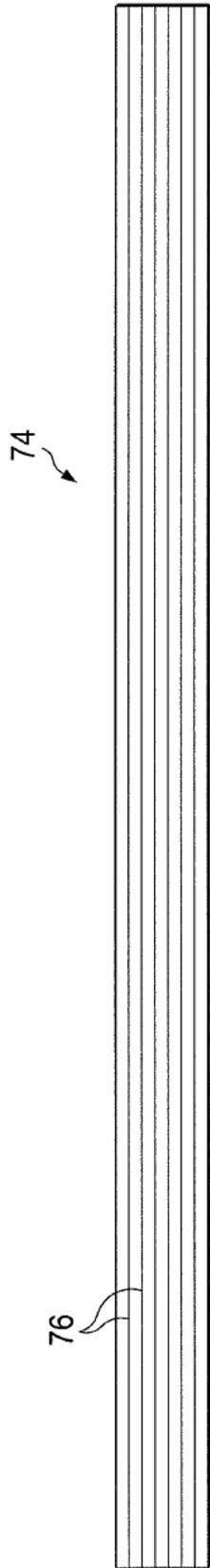


FIG. 9

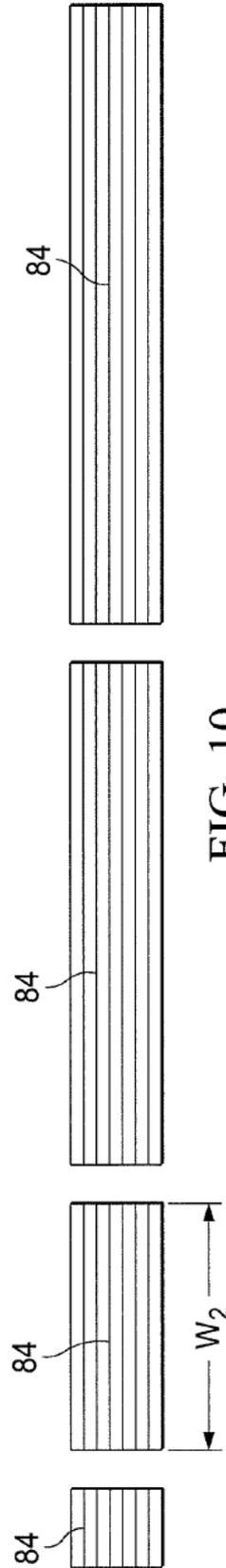


FIG. 10

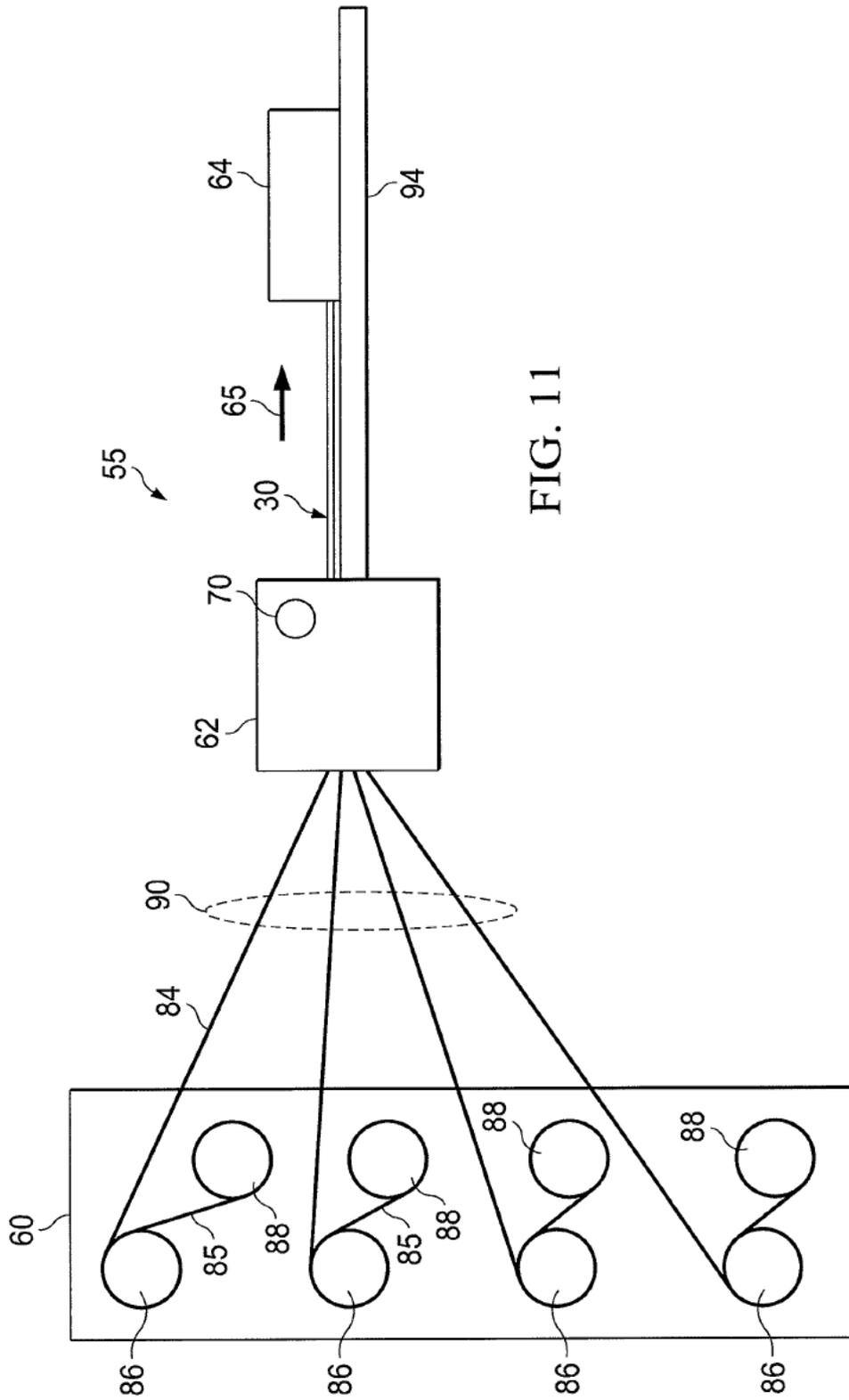


FIG. 11



FIG. 15

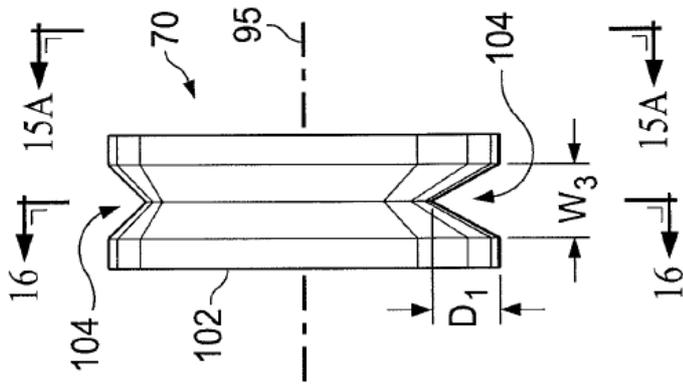


FIG. 15A

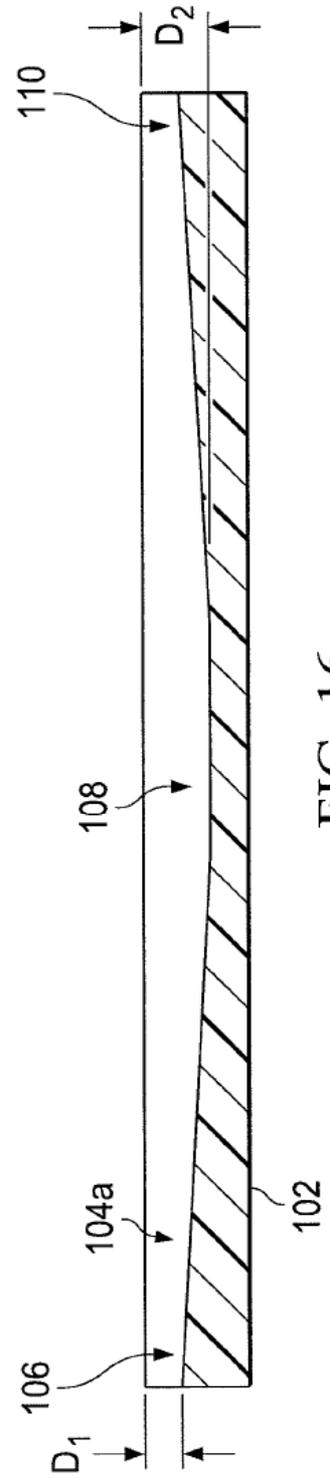
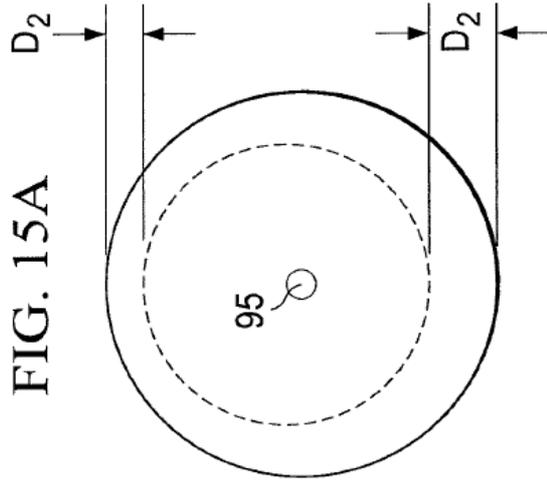


FIG. 16

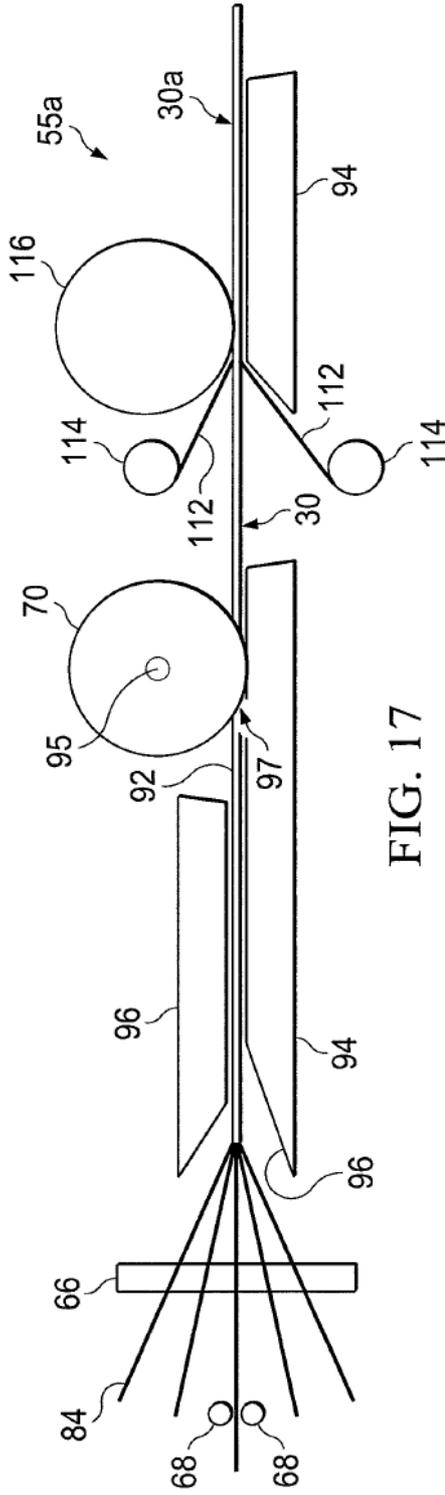


FIG. 17

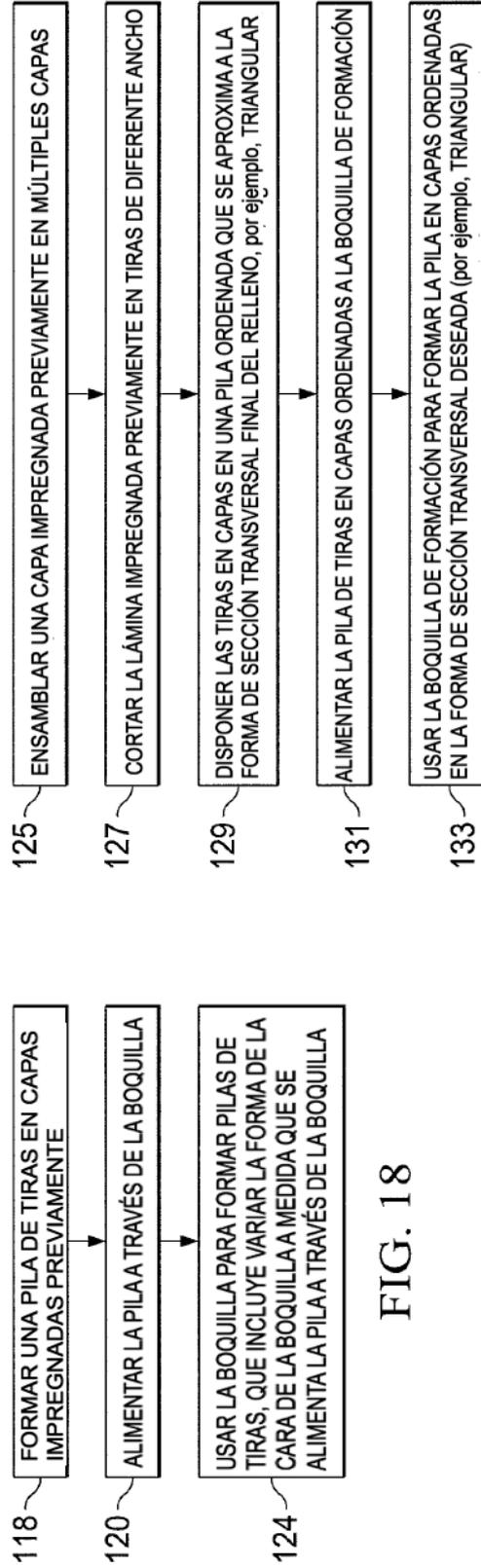


FIG. 18

FIG. 18A

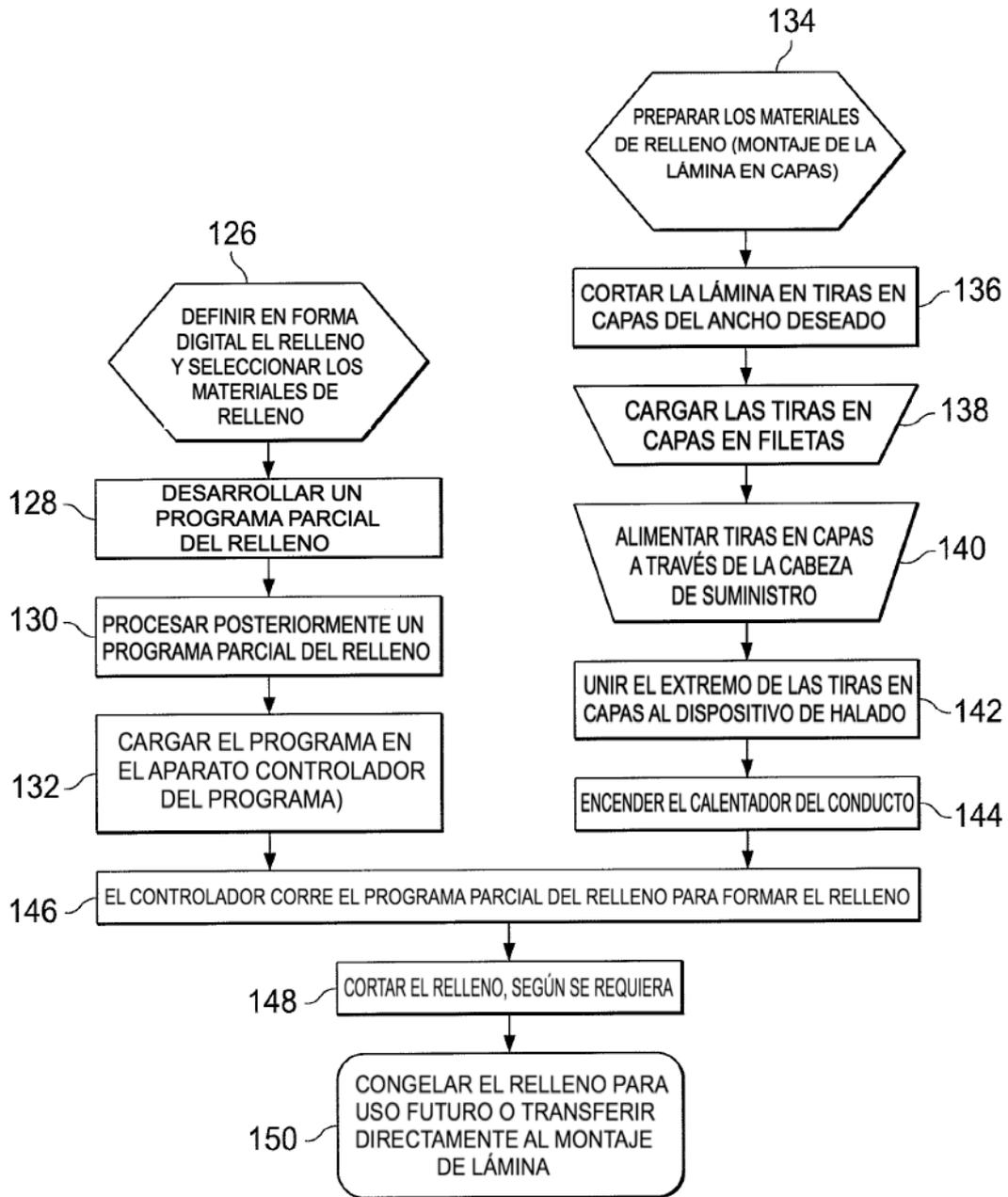


FIG. 19

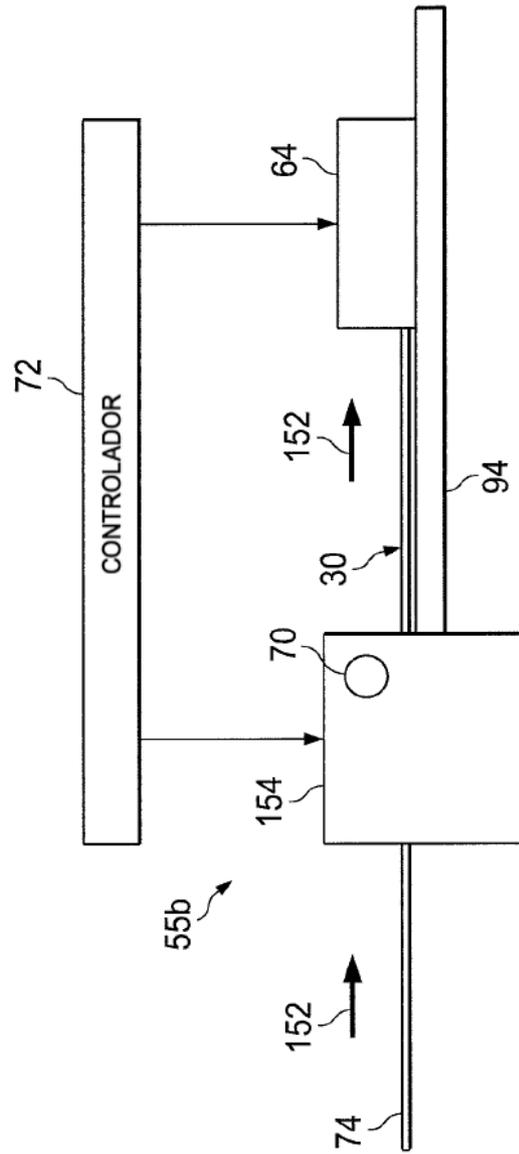


FIG. 20

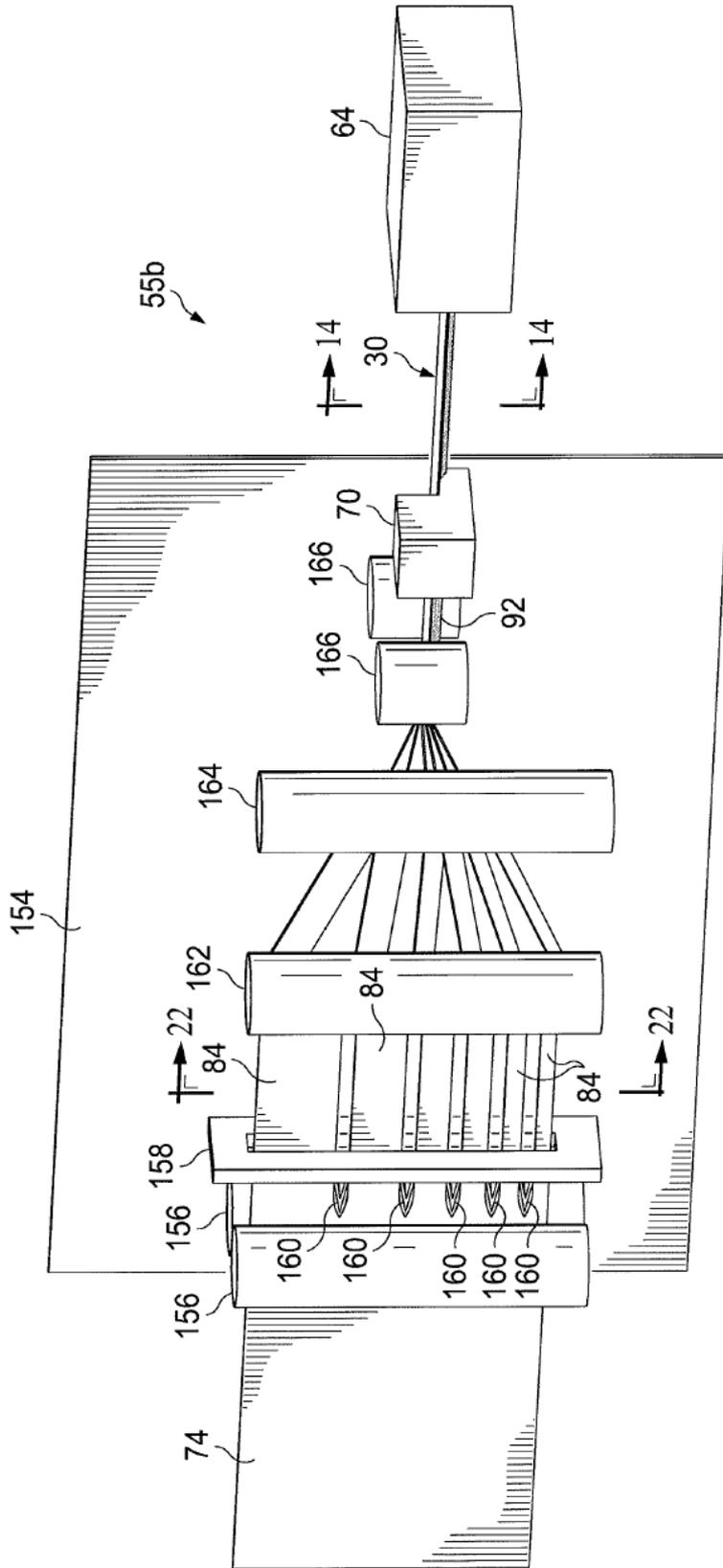
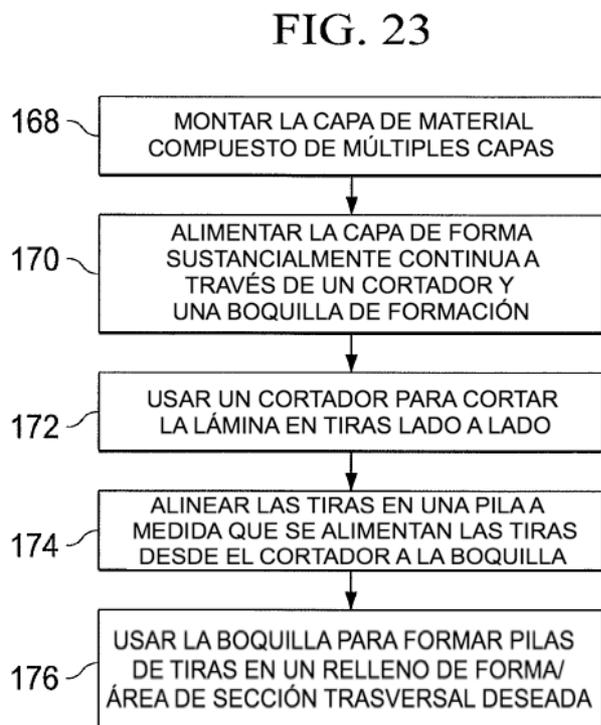
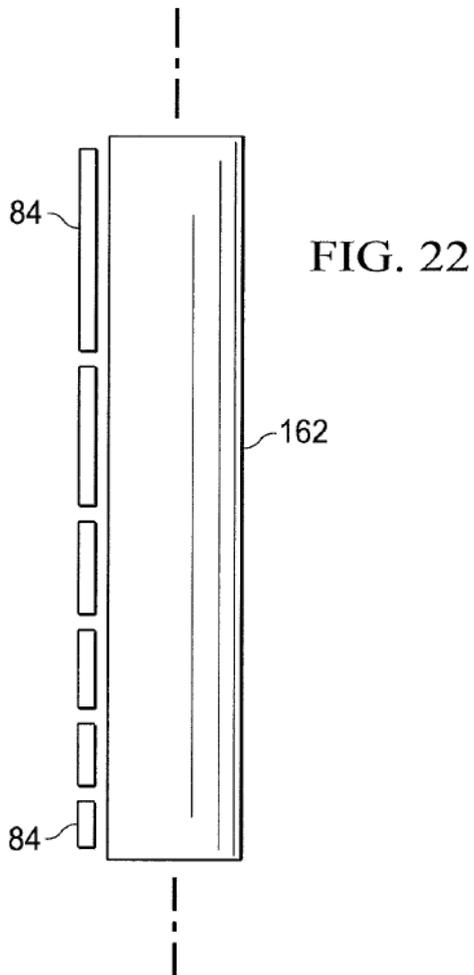


FIG. 21



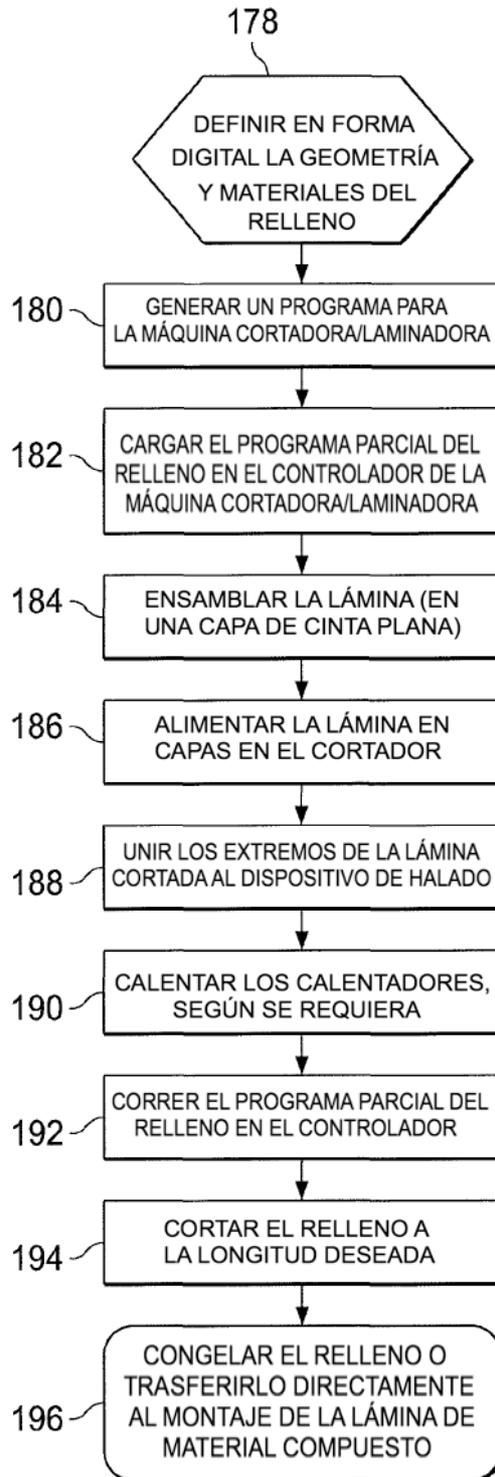


FIG. 24

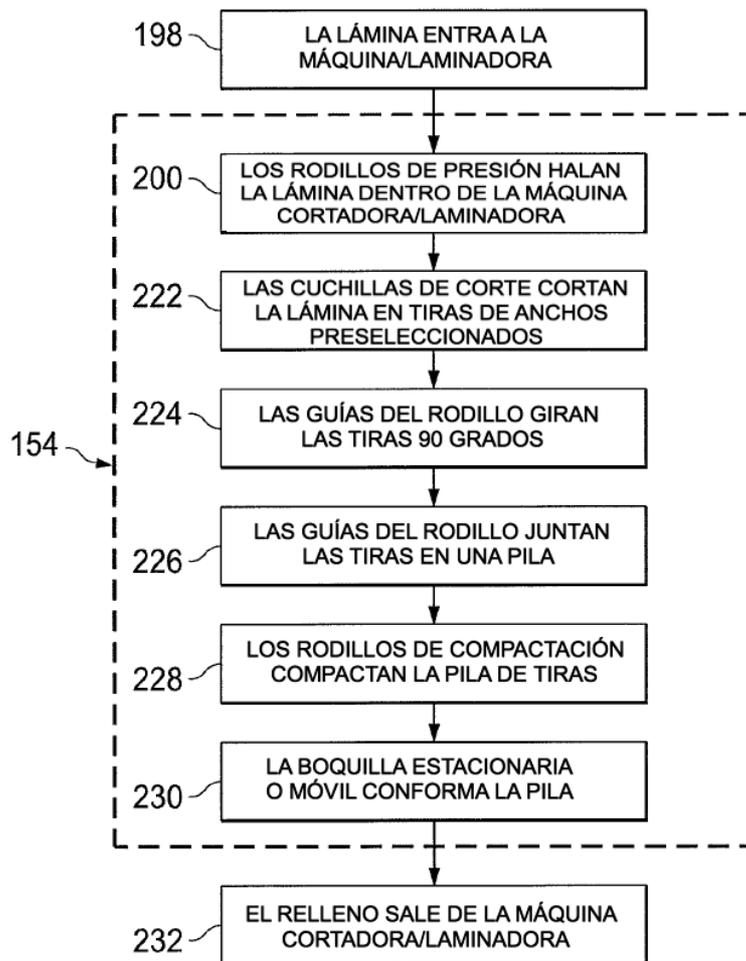


FIG. 25

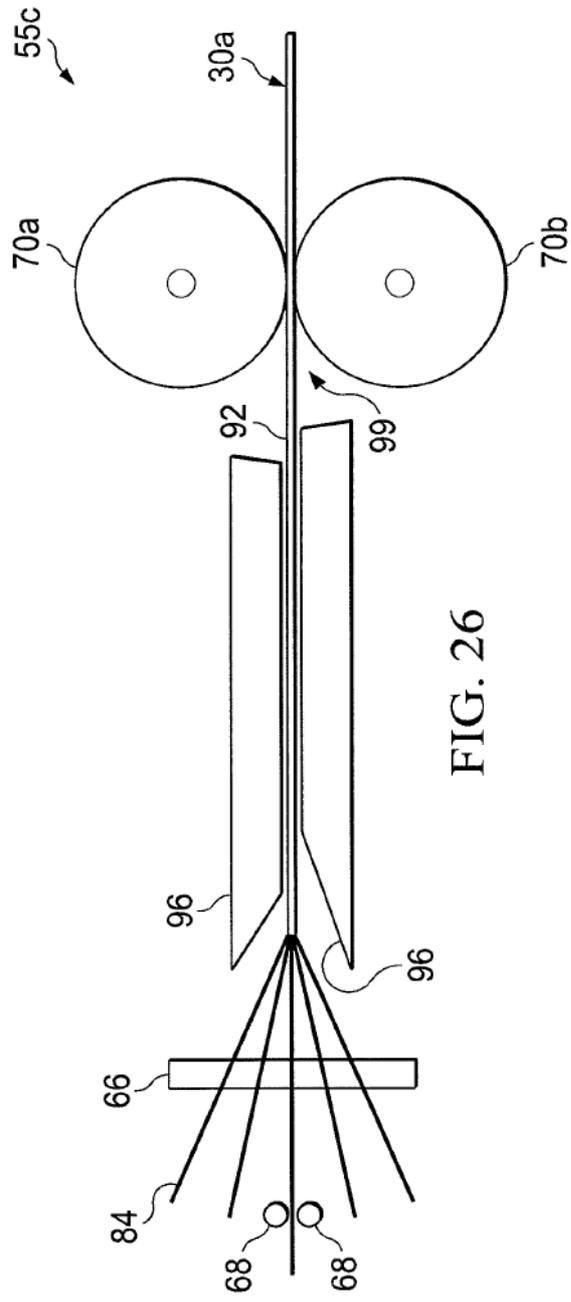


FIG. 26

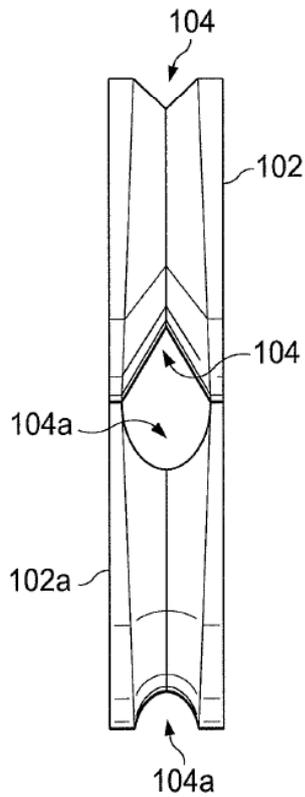
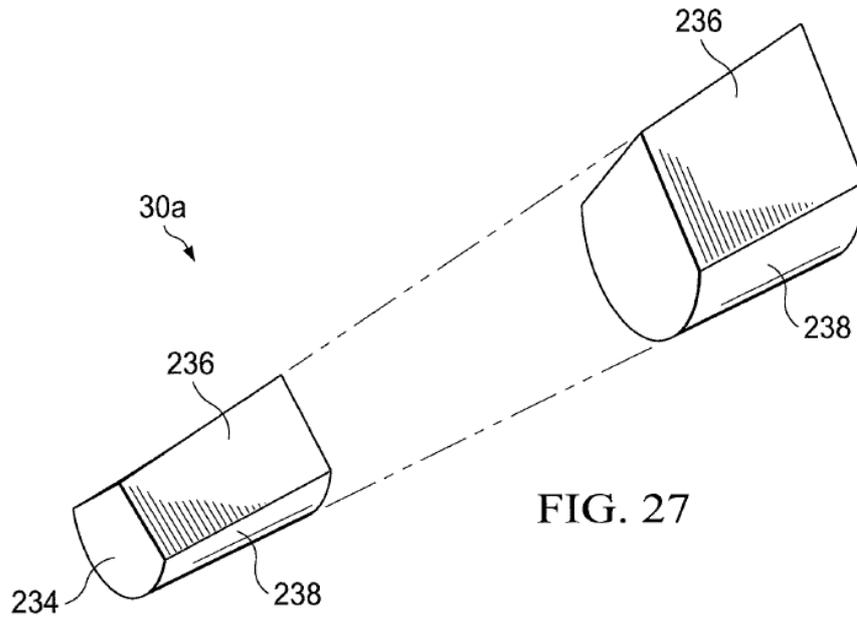
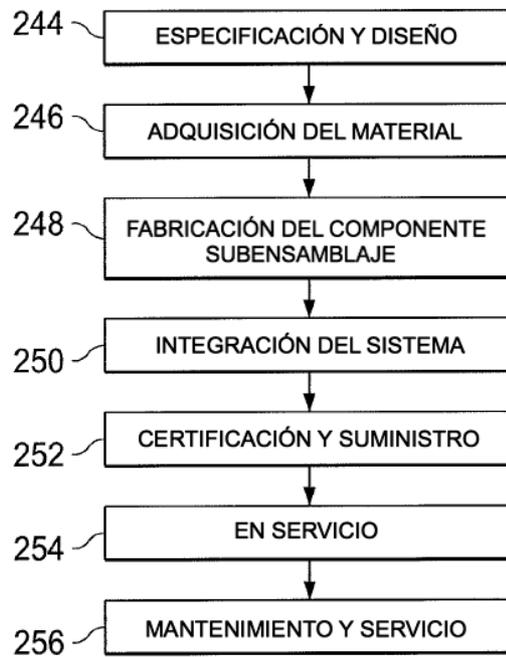


FIG. 29 240



242 FIG. 30

